SCHEMA DEL "RAPPORTO FINALE DI RICERCA"
(redatto dall'impresa)

Le Società:

- TECNOALIMENTI S.C.P.A
- ENEA - ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L`ENERGIA E L`AMBIENTE
- ENGINEERING INGEGNERIA INFORMATICA S.P.A.
- SAPIO PRODUZIONE IDROGENO OSSIGENO S.R.L.
- UNIVERSITA` DEGLI STUDI DI FOGGIA CENTRO DI RICERCA INTERDIPARTIMENTALE BIOAGROMED
- ENGINEERING.IT S.P.A.
- ENCO S.R.L
- ICIMENDUE S.R.L.
- ORTOREALE S.R.L.

Titolo del progetto: INTEGRAZIONE DI NUOVE TECNOLOGIE E SISTEMI PER CARATTERIZZARE LA TIPICITÀ DI PRODUZIONI NAZIONALI ALIMENTARI SUI MERCATI GLOBALI – FOODSYS

Pratica MIUR n. DM28953

1. NOTIZIE SULL'ULTIMO PERIODO DI ATTIVITA' (DAL 1 aprile 2010 AL 30 settembre 2010)

1.1 Obiettivi realizzativi

obiettivi realizzativi completati nel periodo e risultati raggiunti per ciascuno di essi[1]

OB 1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni agroalimentari per la valorizzazione dei parametri di tipicità

Nell'ultimo semestre i dati sperimentali ottenuti nel corso delle varie attività di ricerca sono stati utilizzati come input per la costruzione di semplici modelli statistici in grado di "creare delle gerarchie" e individuare le variabili che influiscono sullo sviluppo di microrganismi target, responsabili del decadimento di prodotti alimentari (prodotti carne, pasta fresca, vegetali di quarta e quinta gamma).

Le attività sono state organizzate in due fasi distinte:

1. screening con i dati sperimentali delle attività del progetto per individuare le variabili operative "pesanti";
2. validazione e esecuzione di nuove prove sperimentali per individuare possibili correlazioni con le variabili scelte nella prima fase.

Ob 2 – Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali

Nel corso del periodo di SAL sono state concluse le attività di studio dei sistemi di applicazione delle atmosfere modificate per la conservazione delle produzioni tipiche campione e dei nuovi sistemi di confezionamento ad elevate performances funzionali. Lo svolgimento di tali attività ha consentito il conseguimento dell'OR2.
Le attività dell'ultimo semestre di progetto hanno riguardato la caratterizzazione del package MAP quando si utilizzino le due nuove miscele messe a punto nei semestri precedenti ed una serie di film barriera multistrato di tipo innovativo che, grazie a caratteristiche di bassa permeabilità, dovrebbero permettere una maggiore stabilità nel tempo della miscela utilizzata per l'atmosfera modificata.
E' stata condotta una sperimentazione per verificare il comportamento delle miscele di gas innovative con film multistrato.

Le bobine prodotte durante il semestre precedente sono state caratterizzate dal punto di vista funzionale allo scopo di validare le soluzioni ritenute più idonee all'utilizzo delle miscele di gas innovative e, naturalmente, alla macchinabilità ed alla corretta esecuzione del processo di confezionamento.

Ob 3 - Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto tipico agroalimentare

Il lavoro svolto ha consentito di proseguire e portare a termine la progettazione e la realizzazione delle ultime componenti applicative previste a completamento della piattaforma ICT del sistema di gestione, obiettivo del progetto FOODSYS.
Il lavoro di completamento e rifinitura svolto in questo ultimo periodo è stato condotto anche attraverso un monitoraggio continuo delle tecnologie adottate e delle componenti software ad esse collegate. E' stato svolto quindi un lavoro continuativo di aggiornamento degli aspetti software e, soprattutto, delle problematiche inerenti le piattaforme SCM, al fine di poter dotare la piattaforma applicativa e tecnologica FOODSYS degli strumenti più evoluti messi a disposizione dal mondo ICT.
Una parte significativa del lavoro svolto nell'ambito dell'OR3 è stata comunque dedicata al prosieguo delle attività di modellazione e di validazione delle componenti software realizzate allo scopo di dare concretezza ai processi di collaborazione offerti dalla piattaforma FOODSYS, attraverso l'integrazione delle applicazioni progettate e realizzate e la loro sperimentazione.

Il lavoro svolto ha inoltre consentito di raggiungere l'obiettivo completando l'analisi delle tecnologie e lo sviluppo delle componenti applicative funzionali **all'integrazione del BPM con strumenti di Business Rules Management (BRM), attraverso anche la modellazione e la validazione delle suddette tecnologie.**
Un'ultima parte del lavoro svolto nell'ambito dell'OR3 è stata dedicata alla sperimentazione della soluzione adottata nel contesto della piattaforma prototipale di gestione realizzata nell'ambito del progetto.
Risultato strategico conseguito: individuazione ed analisi delle tecnologie e degli standard da utilizzare al fine di implementare i meccanismi compensativi dei processi standard fondamentali di gestione di una supply chain ed implementazione della soluzione.

Nell'ambito del quale sviluppare un sistema innovativo di supply chain decentralizzata, attraverso piattaforma informativa e tecnologica, la Enco ha conseguito la definizione dei parametri di processo descrittivi del sistema produttivo e logistico delle PMI agroalimentari (attraverso la realizzazione di un'indagine diretta) in funzione della modellizzazione della piattaforma tecnologica di supporto dei prodotti individuati, adeguata alle esigenze reali delle aziende, in una logica di ottimizzazione dei costi e delle risorse, nonché di garanzia di qualità.

Ob 4 – Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano

Il lavoro svolto ha consentito di completare le attività previste di integrazione funzionale con la piattaforma di gestione. E' stata definita e realizzata una componente applicativa dedicata alla gestione della documentazione prodotta a supporto della valorizzazione e della promozione di prodotti agroalimentari tipici.

Risultato strategico conseguito: la piattaforma FOODSYS mette a disposizione un'infrastruttura per la realizzazione dei servizi di supporto alle relazioni verticali ed orizzontali all'interno di filiere agro-alimentari tra imprese della produzione, della distribuzione e della logistica. Tale infrastruttura è basata sugli standard e sulle soluzioni tecnologiche più adeguati ed evoluti per la realizzazione di una piattaforma di gestione dei processi automatici di collaborazione tra i diversi membri di una filiera agroalimentare e per l'integrazione dei rispettivi sistemi informativi. La piattaforma è corredata di console per l'amministrazione, la configurazione, il controllo e lo sviluppo dei servizi.

Sono state inoltre realizzate le attività di studio di processi operativi di accesso ai mercati di riferimento per il raggiungimento dell'obiettivo di realizzare uno studio delle architetture distributive di almeno 2 mercati esteri in cui i prodotti tipici italiani rappresentano un bene ricercato; in funzione della strutturazione della piattaforma tecnologica di supporto alla valorizzazione dei prodotti. In relazione alla

definizione dei modelli economico operativi di promozione, lo studio realizzato ha l'obiettivo di indagare i processi (canali, infrastrutture, metodologia di approccio al consumatore) per il raggiungimento dei mercati internazionali, al fine di formulare modelli operativi innovativi per l'approccio ai mercati di riferimento. Infine è stata eseguita l'integrazione funzionale con la piattaforma di gestione, finalizzata alla definizione delle specifiche funzionali per i servizi distributivi e commerciali definiti nella precedente fase, utili alla traduzione degli esiti delle precedenti fasi della ricerca nel modello di funzionamento della piattaforma tecnologica.

1.2 Investimenti

Descrizione degli investimenti effettuati relativi ai cespiti e alle opere infrastrutturali nonché raffronto rispetto alle previsioni indicate negli atti progettuali della fase istruttoria. Inoltre descrizione degli investimenti relativi alle voci "suolo aziendale", "progettazioni e studi e assimilabili", "attrezzature e impianti" e confronto rispetto agli investimenti indicati nel capitolato tecnico

1.3 Attività svolte

1.3.1 Attività di ricerca industriale

descrizione delle attività di ricerca industriale svolte nel periodo sopraindicato, evidenziando le soluzioni adottate per conseguire gli obiettivi realizzativi previsti

sintesi quantitativa dell'impegno complessivo di personale (compreso quello con contratto di collaborazione coordinata e continuativa e con assegni di ricerca) come da tabelle seguenti

OB 1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni agroalimentari per la valorizzazione dei parametri di tipicità

Att.1.1 (RI): *Definizione delle caratteristiche peculiari delle produzioni tipiche campione*
[ORTOREALE]

Con riferimento all'Attività 1.1 (RI), è stato inoltre completato lo studio dei parametri caratterizzanti, con ultimazione della caratterizzazione delle produzioni tipiche campione, scelte nell'ambito della filiera degli insaccati, in funzione di caratteristiche delle materie prime e dei sistemi di produzione:

- Salame tipo Fiocco
- Salsiccia fresca

I due prodotti sono realizzati mediante trasformazione di carne proveniente dal " Gran Suino Padano".

Il termine "gran" (grande) che qualifica la denominazione Suino Padano è sinonimo di pesante, maturo e descrive la caratteristica principale del suino stesso, rappresentata da un peso ed una taglia elevati rispetto al suino tradizionalmente allevato al di fuori della zona tipica di produzione.

La testimonianza più autorevole in ordine all'origine del prodotto e della sua denominazione viene in realtà dalla stessa normativa comunitaria pregressa, grazie alla quale, l'Italia – la cui popolazione suina è sicuramente connotata in modo molto rilevante da quella che si identifica nel Gran Suino Padano – è stata autorizzata ad adottare propri autonomi criteri di classificazione e di valutazione delle carcasse suine, in applicazione della corrispondente disciplina europea, fin dal 1988, con la motivazione che "... *in Italia sono presenti due distinte popolazioni suine, le cui carni danno luogo a differenti mercati .... uno al suino di tipo leggero ...(e l'altro al) .... suino di tipo pesante (carcasse di peso da 120 a 180 chilogrammi)*" (vedi Decisione della Commissione 89/53/CEE del 21/12/1988).
da ultimo, più recentemente, la domanda di materia prima necessaria per sostenere un autentico sistema produttivo moderno, tra i più integrati ed evoluti del panorama agroindustriale mondiale.

La denominazione di "Gran Suino Padano " è riservata alle carcasse ottenute da animali allevati secondo precise prescrizioni .
Il disciplinare del " Gran Suino Padano" prevede l'utilizzo delle seguenti razze:

- Landrance Italiana
- Large White Italiana

Così come migliorate dal libro genealogico.
Le caratteristiche di composizione della razione somministrata devono essere tali da soddisfare i fabbisogni degli animali nelle diverse fasi del ciclo di allevamento. Sono inoltre osservati i seguenti parametri chimici, costituenti limiti percentuali di ammissibilità nella composizione della sostanza secca della razione alimentare somministrata:

composizione in	**fino a 80 Kg di peso vivo**		**da 80 Kg di peso vivo**	
Fibra greggia	**Min. 3%**	**Max. 10%**	**Min. 3%**	**Max. 8%**
Grassi	**Min. 3%**	**Max 7%**	**Min. 3%**	**Max. 6%**
Proteina greggia	**Min. 14%**	**Max. 20%**	**Min. 12%**	**Max. 18%**
Ceneri	**Min. 5%**	**Max. 9%**	**Min. 4%**	**Max. 8%**
Amido	**> 25%**		**> 30%**	
Acido linoleico	**<2%**		**<2%**	

Età dei suini alla macellazione I suini sono inviati alla macellazione non prima che sia trascorso il nono mese e non dopo che sia trascorso il quindicesimo mese dalla nascita.
Peso dei suini alla macellazione I suini vengono trasferiti al macello in partite omogenee. Il peso medio della partita di animali deve corrispondere a Kg 160, più o meno 10% compreso quindi tra Kg 144 e Kg 176. La carnosità media delle carcasse dei suini inviati al macello in partite omogenee per provenienza deve rientrare nelle classi centrali della griglia EUROP di cui al Reg. (CEE) n. 3220/84

Le carni presentano le seguenti caratteristiche chimico-fisiche e bromatologiche:
a) sono mature, sode e compatte;
b) possiedono una buona tenuta alla cottura ed adeguata tenerezza, da riscontrarsi obiettivamente sul muscolo Longissimus dorsi;
c) manifestano un' ottima idoneità alla trasformazione;
d) il grasso di copertura si presenta di colore bianco o rosato, senza altre colorazioni anomale, consistente, non ossidato od untuoso;
e) l'assenza di miopatie e di macro/microemorragie nella frazione muscolare, che si presenta con marezzatura moderata;
f) valore di pH, nel muscolo Longissimus dorsi all'altezza dell'ultima costola,compreso nell'intervallo tra 5,8 e 6,0, se rilevati entro un'ora dalla macellazione e tra 5,4 e 6,0, se rilevato tra le ventidue e le ventisei ore dalla macellazione;
g) valori del numero di jodio, rilevato dalla porzione collocata alla base della coscia e riferito al grasso di copertura corrispondente (comprendente sia lo strato lipidico esterno che quello più interno), nel limite massimo di 70;
h) lipidi intramuscolari rilevati nel muscolo Longissimus dorsi, all'altezza dell' ultima costola, non inferiori all' 1,4% e non superiori al 5,0%.

Le carni ottenute ai sensi del presente disciplinare, sono immesse al consumo previa frollatura e presentano le seguenti caratteristiche necessarie ai fini dell'ottenimento della DOP:

I prodotti di salumeria realizzati con le carni provenienti dal "Gran Suino Pesante" possiedono caratteristiche che le contraddistinguono dai prodotti di salumeria realizzati con animali provenienti da altre tecniche di allevamento in particolare dai mercati esteri.

I parametri che tipizzano il prodotto di salumeria realizzato con le carni del Grande suino Padano sono i seguenti:

- pH, colore , consistenza e sapore.

Salsiccia fresca confezionata in atmosfera protettiva

Il valore del ph della carne influenza il colore della stessa
Il colore della carne è determinato mediante il colorimetro di Unter
I parametri utilizzati per monitorare il colore della carne sono i seguenti :
L : luminosità. Intensità del colore
a : scala del rosso
b : scala del giallo

Salsiccia fresca	
ph	5,6
Aw	0,98
L	55
A	3
b	3

Composizione centesimale	
Umidità	70%
Proteine	19%
Grassi	8%
Ceneri	3%

Una salsiccia fresca realizzata secondo buona tecnica di produzione con carni di Gran Suino Padano non presenta un tenore di umidità superiore al 75% e confezionata sottovuoto in atmosfera protettiva non perde liquido durante il periodo di shelf life.
In cottura grazie ad un valore di ph di 5,6 , mantiene la mostosità tipica della carne di suino matura che si sgrana e oppone resistenza alla masticazione, non risulta gommosa.

Salame tipo Fiocco confezionato in atmosfera protettiva .

Il valore del ph della carne influenza il colore anche nel salame
Il colore della carne è determinato mediante il colorimetro di Unter
I parametri utilizzati per monitorare il colore della carne sono i seguenti :
L : luminosità. Intensità del colore
a : scala del rosso
b : scala del giallo

Salsiccia fresca	
ph	5,4
Aw	0,92
L	65
A	4
b	4

Composizione centesimale	
Umidità	48%
Proteine	38%

Grassi	10%
Ceneri	3,5%
Valore di Iodio	70

Il salame tipo fiocco è realizzato con carni magre provenienti dalla coscia e dai muscoli della schiena (longissimus dorsi)
E' tipizzato da un tenore di grasso molto basso con un valore di iodio non superiore a 70.
La perfetta tenuta della fetta al taglio, nonstante un valore di ph elevato in un salame di stagionatura media corrispondente a 20 gg è assicurata dalla carne matura del Gran Suino Pesante.
Il tenore proteico e la qualità delle proteine nella carne matura del Grande Suino Padano assicurano una estrazione proteica durante il ciclo tecnologico di lavorazione nonstante il basso tenore di sale aggiunto sufficiente per garantire una ottimale tenuta della fetta del prodotto a fine stagionatura

Con riferimento alla caratterizzazione della variabile confezionamento, l'utilizzo di Diacetato incapsulato ha prodotto risultati interessanti circa la possibilità di prolungare la shelf life della salsiccia fresca confezionata .

L'ipotesi iniziale di incorporare il diacetato incapsulato nel materiale dell'imballo primari della salsiccia fresca non si è dimostrato percorribile causa i costi e il ridotto quantitativo di principio attivo incorporabile nel laminato.

Il diacetato in forma micro incapsulata è stato utilizzato in forma spray e veicolato all'interno della confezione mediante un condotto parallelo a quello per la iniezione della miscela del gas alimentare .
Il veicolo per iniettare il diacetato micro incapsulato nella confezione di salsiccia fresca è la miscela dei gas alimentari:
15% Ossigeno
50% Anidricìde carbonica
35% Azoto.

Il quantitativo di diacetato microincapsulato iniettato nella confezione utilizzando la miscela di gas alimentari quale veicolo meccanico corrisponde al 0,05% rispetto al peso della salsiccia confezionata.
Le dimensioni della vaschetta affinchè il quantitativo di diacetato microincapsulato raggiunga il quantitativo corrispondente al 0,05% rispetto al peso del prodotto confezionato devono corrispondere alle seguenti misure:

- Lato 1 confezione 15 cm
- Lato 2 confezione 20 cm
- Altezza 10 cm
- Volume della confezione : 3000cm cubi
- N° pezzi di salsiccia fresca : 10
- Peso singolo pezzo : kg 0,1
- Peso prodotto confezionato : kg 1

Lo spazio di testa della confezione non deve essere inferiore a 2000 cm cubi
La microincapsulatura del diacetao è eseguita mediante l'utilizzo di zuccheri precotti.

Att. 1.2 (RI): *Identificazione di "griglie" di indici in grado di rappresentare le caratteristiche complesse di tipicità delle filiere campione.*
UNIVERSITA' DI FOGGIA

Nell'ultimo semestre i dati sperimentali ottenuti nel corso delle varie attività di ricerca sono stati utilizzati come input per la costruzione di semplici modelli statistici in grado di "creare delle gerarchie" e individuare le variabili che influiscono sullo sviluppo di microrganismi target, responsabili del decadimento di prodotti alimentari (prodotti carne, pasta fresca, vegetali di quarta e quinta gamma).

Le attività sono state organizzate in due fasi distinte:

3. screening con i dati sperimentali delle attività del progetto per individuare le variabili operative "pesanti";
4. validazione e esecuzione di nuove prove sperimentali per individuare possibili correlazioni con le variabili scelte nella prima fase.

FASE 1. Screening statistico

Per lo screening statistico sono stati utilizzati i dati relativi a prodotti vegetali minimamente trattati, pasta fresca e prodotti carnei.

I dati della shelf life dei vari prodotti sono stati convertiti in valori codificati (0, 1 e 2), confrontando per ogni batch i dati dei campioni con quelli del controllo (ove presente) o con indici numerici ritrovati in letteratura, secondo lo schema riportato in tabella 1.

I codici qualitativi sono stati utilizzati come valori di input per tre tipi di analisi multivariate:

- Analisi delle Corrispondenze Principali, utilizzando l'approccio della correlazione classica
- Analisi delle Corrispondenze multiple
- Analisi dei Cluster, utilizzando il metodo delle distanze euclidee.

Come variabili discriminanti per la classificazione dei campioni sono stati utilizzati i seguenti "fattori discriminanti":

- pH
- temperatura di conservazione
- concentrazione di NaCl nella matrice
- nutrienti
- antimicrobici naturalmente presenti nella matrice o aggiunti deliberatamente
- tipo di matrice polimerica utilizzata per il confezionamento

Dal confronto delle analisi statistiche multivariate, è stato possibile individuare la variabili operative più pesanti, in termini di prolungamento della shelf life.

I risultati sono riportati nella figura 1. La figura rappresenta il peso medio di ciascuna variabile ed è stata elaborata tenendo conto dei coefficienti di correlazione dell'Analisi delle Componenti Principali e della vicinanza media dei campioni alle variabili discriminanti nell'Analisi delle Corrispondenze Multiple.

In particolare, pur nella diversità dei prodotti esaminati e con le dovute eccezioni, emerge un quadro abbastanza omogeneo, in cui la presenza/assenza di nutrienti rappresenta il background in grado di potenziare o indebolire l'effetto di tutte le altre variabili operative.

Tra le variabili esaminate, la temperatura di conservazione rappresenta il fattore con il maggior peso relativo, seguita da pH e NaCl. Tra le variabili cosiddette di processo, l'aggiunta di antimicrobici esplica un ruolo fondamentale nell'inibire lo sviluppo della microflora alterante e prolungare la shelf life dei prodotti alimentari, seguita, pur con un peso relativo nettamente inferiore, dall'atmosfera modificata. Il tipo di imballaggio polimerico utilizzato per il confezionamento sembra influire più sulle caratteristiche chimico-fisiche dei prodotti alimentari che sulla shelf life microbiologica.

FASE 2. Model building

Nella seconda fase sono stati scelti alcuni ceppi di *Enterobacter cloacae*, rappresentativi della microflora alterante dei vegetali (in particolare dei vegetali fermentati), con l'obiettivo di correlare fra di loro le variabili operative e individuare dei valori soglia di ciascuna di esse, oltre ai possibili effetti interattivi o antagonisti.

Target microbici. Come test microbici sono stati utilizzati 5 ceppi di *Ent. cloacae* isolati da olive da mensa Bella di Cerignola, siglati con i codici numerici 3-4*-6-33-52 (Bevilacqua et al., 2010).

Sistema modello e analisi sperimentali. Le prove sono state condotte in salamoie sintetiche, costituite da acqua della rete idrica, addizionata con concentrazioni variabili di NaCl (6.0-12.0) e acido p-cumarico (0.0-0.05%) (Sigma-Aldrich, Milano, Italia), a differenti pH (4.0-10.0) e inoculate con un cocktail microbico dei 5 ceppi in ragione di 6 log ufc/ml. Dopo l'inoculo i campioni sono stati conservati a differenti temperature (10-30°C) per 7 giorni. I valori di NaCl, pH, concentrazione di

acido-p-cumarico e temperatura sono stati modulati secondo un Central Composite Design a 4 variabili e 5 livelli (Box et al., 2005).
I valori codificati della variabili indipendenti e le combinazioni del disegno sperimentale sono riportate rispettivamente nelle tabelle 2 e 3.
Ad intervalli di tempo regolari è stata valutata la concentrazione cellulare dei target microbici nelle salamoie mediante conta su piastra (VRBGA-Oxoid, Milano- incubato a 37°C per 18-24 h).

Elaborazione statistica dei dati sperimentali. I valori della concentrazione cellulare nel tempo sono stati elaborati con l'equazione di Gompertz, modificata da Zwietering et al. (1990) nella sua forma negativa (Corbo et al., 2005, 2008):

$$y = k - \Delta * \exp\{- \exp[(d_{\max} * e/A) * (\alpha - t) + 1]\} \qquad \text{eq. (1)}$$

dove y è al concentrazione cellulare (log ufc/ml) al tempo t; k la concentrazione cellulare iniziale; Δ, il decremento della concentrazione cellulare osservato dopo la fase di morte esponenziale; d_{max} la velocità di morte nel tratto lineare della curva (fase esponenziale) (Δlog ufc/ml/h) e α lo shoulder lenght (letteralmente spalla) (h), ovvero il tempo prima dell'inizio della fase di morte esponenziale.
I parametri di fitting primari (Δ, α e d_{max}), oltre al decremento della concentrazione cellulare dopo 24 h (Δ_{24}) e alla differenza fra le concentrazioni cellulari a 24 e 48 h (Δ_{24-48}) sono stati utilizzati come valori di input per una procedura di regressione multipla, al fine di individuare i coefficienti di un'equazione polinomiale di secondo ordine, in grado di descrivere gli effetti individuali, interattivi e quadratici delle variabili indipendenti del CCD:

$$y = B_0 + \sum B_i x_i + \sum B_{ii} x_i^2 + \sum B_{ij} x_i x_j \qquad \text{eq. (2)}$$

dove *y* è la variabile dipendente, B_i, B_{ii} e B_{ij} sono i coefficienti numerici degli effetti lineari (x_i), quadratici (x_i^2) e interattivi ($\Sigma x_i x_j$) delle variabili indipendenti.

Modello polinomiale. Il modello polinomiale adottato ha consentito di confermare il peso relativo delle diverse variabili sulla sopravvivenza di *Ent. cloacae* in una salamoia sintetica. In particolare, in tabella 4 è riportata la correlazione delle variabili indipendenti del CCD con la velocità di morte e lo shoulder lenght. I coefficienti di regressione mostrano una correlazione parziale e poco significativa dei due parametri di fitting con il pH (nel caso della velocità di morte) e con il sale (nel caso dello shoulder lenght).

L'analisi statistica, al contrario, ha mostrato una forte correlazione con la sopravvivenza del target microbico (tabella 5). Dopo 24 h (Δ_{24}), il decremento della concentrazione cellulare appare influenzato dal pH (sia come termine individuale negativo che come termine quadratico positivo), dalla concentrazione di NaCl (termine individuale positivo e termine quadratico negativo) e dalla temperatura (come termine quadratico negativo). I coefficienti standardizzati di Pareto, calcolati come rapporto fra il coefficiente polinomiale di ciascun termine e il relativo errore standard, mettono in evidenza il diverso peso relativo delle variabili, con una ben precisa gerarchia di significatività: pH, temperatura e infine concentrazione di NaCl nella salamoia.

Un dato da sottolineare è il diverso segno matematico delle variabili che intervengono nell'equazione: la temperatura interviene come termine quadratico positivo, indicando che un suo incremento determina una drastica riduzione della vitalità cellulare, con un aumento del valore del Δ_{24}; nel caso di pH e NaCl, i termini individuali e quadratici mostrano segni discordi, indicando per le due variabili un andamento di tipo parabolico e la presenza di un valore di massimo o di minimo.
Il termine individuale del pH concorre negativamente, sottolineando come all'aumentare del pH della salamoia diminuisca il valore del Δ_{24} (effetto positivo sulla vitalità); tuttavia, il termine quadratico positivo indica che esiste un valore soglia, oltre il quale un ulteriore incremento del pH determina un aumento del valore del Δ_{24} (effetto negativo sulla vitalità).
Dopo le 24 h, il termine che influisce sul decremento della concentrazione cellulare è il solo pH.
Una valutazione migliore degli effetti individuali e interattivi delle variabili indipendenti sulla vitalità

cellulare è possibile con le superfici di isorisposta, che mostrano l'interazione di due variabili per volta sulla variabile dipendente, imponendo agli altri fattori del CCD un valore costante.
A titolo di esempio, la figura 2 mostra l'interazione di pH e NaCl sulla sopravvivenza di *Ent. cloacae* a 20°C. Il dato interessante che emerge è che per range di pH intorno a 6, il target microbico non mostra perdite significative di vitalità, almeno nelle prime 24 ore.

Tabella 1: Conversione dei dati sperimentali in codici qualitativi

Dati di input	Valori codificati
Shelf life simile al controllo o inferiore	0
Incremento della shelf life del 25-50%	1
Incremento della shelf life superiore al 50%	2

Tabella 2: Valori codificati delle variabili indipendenti del CCD

	Temperatura (°C)	pH	NaCl (%)	Acido p-cumarico (%)
-2	10	4.0	6.0	0.0
-1	15	5.5	7.5	0.0125
0	20	7.0	9.0	0.025
+1	25	8.5	10.5	0.0375
+2	30	10.0	12.0	0.05

Tabella 3: Combinazioni del piano sperimentale

Combinazioni	Temperatura (°C)	pH	NaCl (%)	Acido p-cumarico (%)
1	15	5.5	7.5	0.0125
2	15	5.5	7.5	0.0375
3	15	5.5	10.5	0.0125
4	15	5.5	10.5	0.0375
5	15	8.5	7.5	0.0125
6	15	8.5	7.5	0.0375
7	15	8.5	10.5	0.0125
8	15	8.5	10.5	0.0375
9	25	5.5	7.5	0.0125
10	25	5.5	7.5	0.0375
11	25	5.5	10.5	0.0125
12	25	5.5	10.5	0.0375
13	25	8.5	7.5	0.0125
14	25	8.5	7.5	0.0375
15	25	8.5	10.5	0.0125
16	25	8.5	10.5	0.0375
17	20	7.0	9.0	0.0250
18	20	7.0	9.0	0.0
19	20	7.0	9.0	0.05
20	20	7.0	6.0	0.0250
21	20	7.0	12.0	0.0250
22	20	4.0	9.0	0.0250
23	20	10.0	9.0	0.0250
24	10	7.0	9.0	0.0250
25	30	7.0	9.0	0.0250
26	20	7.0	9.0	0.0250
27	20	7.0	9.0	0.0250
28	20	7.0	9.0	0.0250
29	20	7.0	9.0	0.0250
30	20	7.0	9.0	0.0250

Tabella 4: Effetto delle variabili indipendenti del CCD (NaCl, pH, temperatura e acido p-cumarico) sulla velocità di morte (d_{max}) e sullo shoulder lenght (α) di *Ent. cloacae* in salamoia.

Variabile	d_{max}	**α**
	Effetti individuali	
pH (A)	-*	–
NaCl (B)	-	(R^2, 0.464)**
T (C)	-	–
Acido p-cumarico (D)	-	–
	Effetti quadratici	
pH^2	(R^2, 0.423)	-
$NaCl^2$	-	-
T^2	-	-
Acido p-cumarico^2	-	-
	Effetti interattivi	
A*B	-	-
A*C	-	-
A*D	-	-
B*C	-	-
B*D	-	-
C*D	-	-

*Nessuna correlazione
**Coefficiente di correlazione

Tabella 5: Effetto delle variabili indipendenti sul decremento della concentrazione cellulare di *Ent. cloacae* dopo 24 h (Δ_{24}) e fra le 24 e le 48 h (Δ_{24-48}). I valori riportati in tabella sono gli effetti standardizzati di ciascun termine, calcolati come rapporto fra i coefficienti e i relativi errori standard (Bi/ES).

Variabile	Δ_{24}	Δ_{24-48}
	Effetti individuali	
pH (A)	-5,30	8,19
NaCl (B)	3,72	-
T (C)	-	-
Acido p-cumarico (D)	-	-
	Effetti quadratici	
pH^2	6,33	-
$NaCl^2$	-3,36	-
T^2	4,92	-
Acido p-cumarico^2	-	-
	Effetti interattivi	
A*B	-	-
A*C	-	-
A*D	-	-
B*C	-	-
B*D	-	-
C*D	-	-

Figura 1: Peso relativo delle variabili operative sul prolungamento della shelf life di vegetali di quarta gamma, prodotti carnei e pasta fresca.

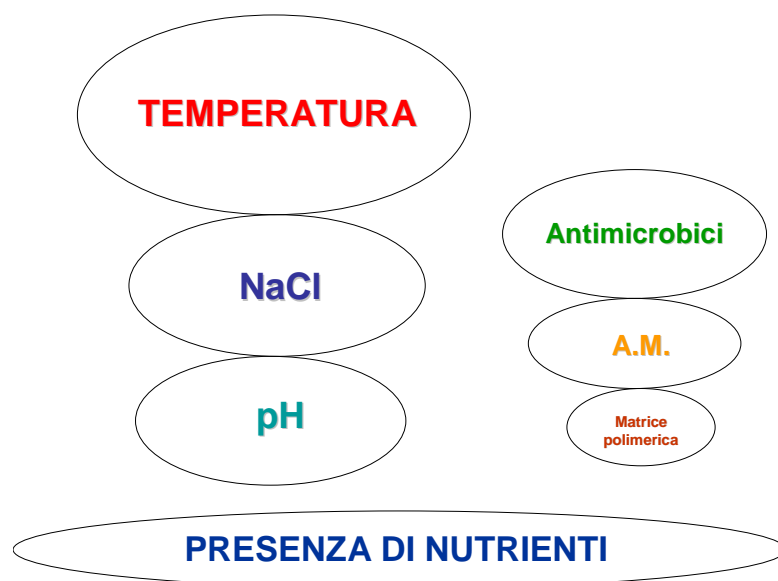
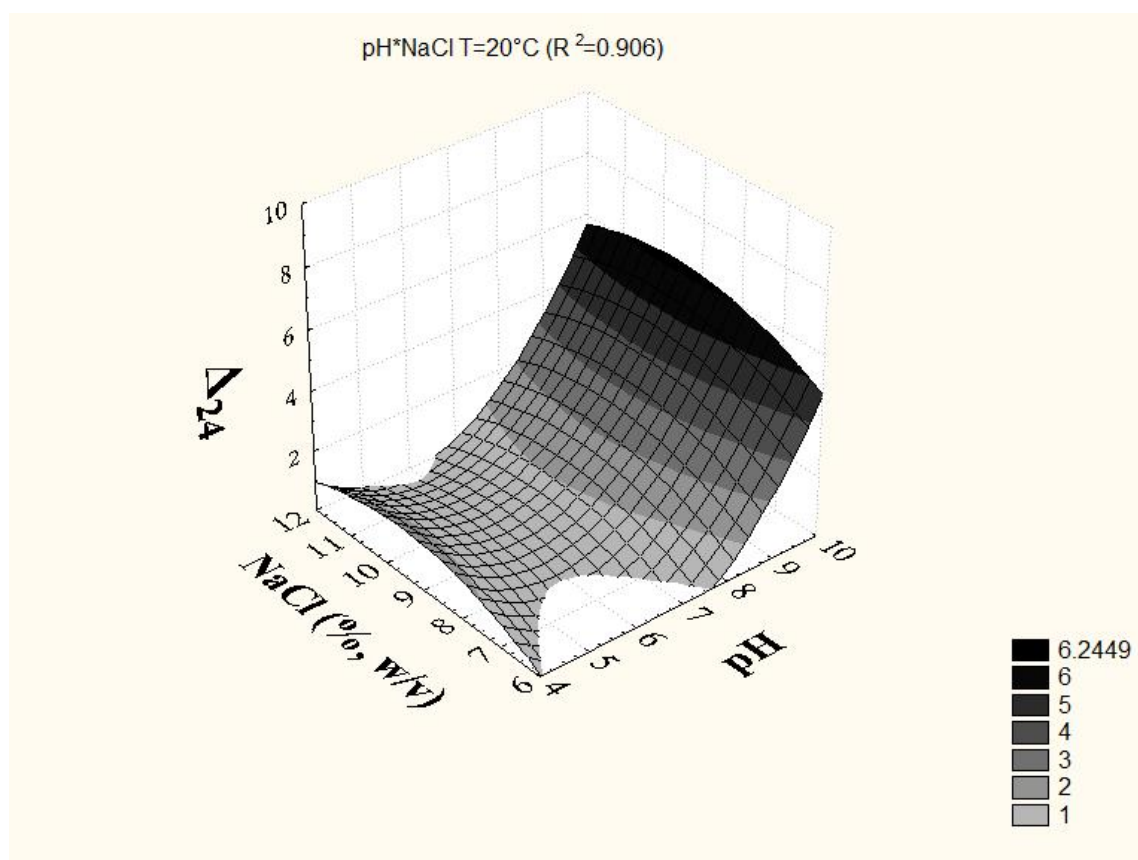



Figura 2: Interazione fra pH e NaCl sul decremento della concentrazione cellulare di *Ent. cloacae* in salamoia dopo 24 h. La superficie di isorisposta è stata elaborata impostando la temperatura a 20°C.

Ob 2 – Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali

Att. 2.1 (RI): *Studio delle produzioni alimentari allo studio e definizione di variabili operative di confezionamento*
UNIVERSITA' DI FOGGIA - SAPIO

Il campione "Spiedino alla Contadina" composto da peperone giallo, peperone rosso, zucchina, focaccia e formaggio fresco alternati su uno bastoncino di legno (dell'azienda Ortoreale) è stato sottoposto all'analisi sensoriale di otto giudici addestrati per definire e quantificare l'intensità di alcuni parametri atti a definire le caratteristiche del prodotto.
Ogni giudice ha occupato una cabina di assaggio dotata di un computer per l'inserimento diretto dei dati, ed ha espresso un giudizio organolettico sul prodotto impiegando una scheda di valutazione con punteggio compreso tra 0 e 9. Il giudizio è stato espresso prima su ogni componente dello spiedino e poi sull'intero prodotto analizzato nell'insieme.

Per valutare il peperone giallo, il peperone rosso e la zucchina sono stati usati i seguenti parametri:
- **Intensità del Colore** (0 pallido – 9 intenso);
- **Omogeneità della consistenza** (0 disomogenea e 9 omogenea);
- **Odore tipico o anomalo** (0 assenza di sensazioni percepite per via ortonasale e retro nasale - 9 le sensazioni sono estremamente percepite per via ortonasale e retronasale);
- **Succulenza** (0 assenza di liquidi durante la masticazione del prodotto e dopo la deglutizione - 9

intensa sensazione di liquidi durante la masticazione);
- **Speziatura** (0 assenza di percezione durante la masticazione di sostanze speziate – 9 intensa percezione di sostanze speziate);
- **Sapore dolce/salato/amaro** (0 assenza di sensazioni percepite durante la masticazione – 9 intensa percezione delle sensazioni);
- **Sapore tipico e anomalo** (0 impercettibile sensazione di sapore specifico dell'alimento o sapore anomalo durante la masticazione – 9 intensa percezione durante la masticazione);
- **Persistenza** (0 assenza di permanenza all'interno della cavità orale di sensazioni gustative e olfattive retronasali percepibili dopo la deglutizione – 9 intensa percezione di sensazioni gustative e olfattive retronasali);
- **Giudizio globale** (0 scadente – 9 ottimo).

La focaccia è stata valutata secondo i seguenti parametri:
- **Intensità del Colore** (0 pallido – 9 intenso);
- **Odore tipico o anomalo** (0 assenza di sensazioni percepite per via ortonasale e retro nasale - 9 sensazioni estremamente percepite per via ortonasale e retronasale);
- **Succulenza** (0 impercettibile liberazione di liquidi durante la masticazione del prodotto e dopo la deglutizione - 9 intensa sensazione di liquidi durante la masticazione);
- **Speziatura** (0 assenza durante la masticazione di percezione di sostanze speziate – 9 intensa percezione delle sostanze speziate);
- **Sofficità** (0 basso grado di omogeneità della sofficità della focaccia percepito durante la masticazione – 9 alto grado di omogeneità della sofficità percepito durante la masticazione);
- **Sapore tipico e anomalo** (0 impercettibile sensazione di sapore specifico dell'alimento o sapore anomalo durante la masticazione – 9 intensa percezione durante la masticazione);
- **Persistenza** (0 assenza di permanenza all'interno della cavità orale di sensazioni gustative e olfattive retronasali che si percepiscono dopo la deglutizione – 9 intensa percezione delle sensazioni gustative e olfattive retronasali);
- **Giudizio Globale** (0 scadente – 9 ottimo).

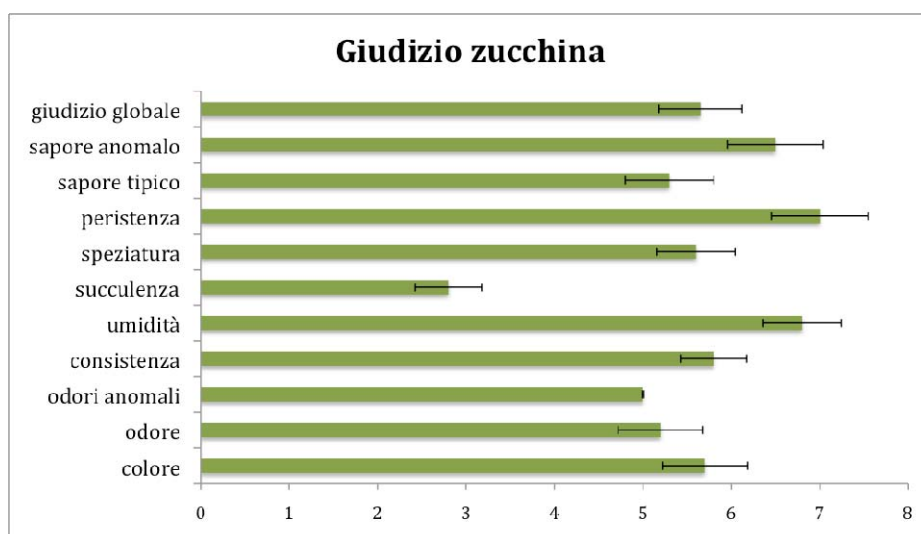
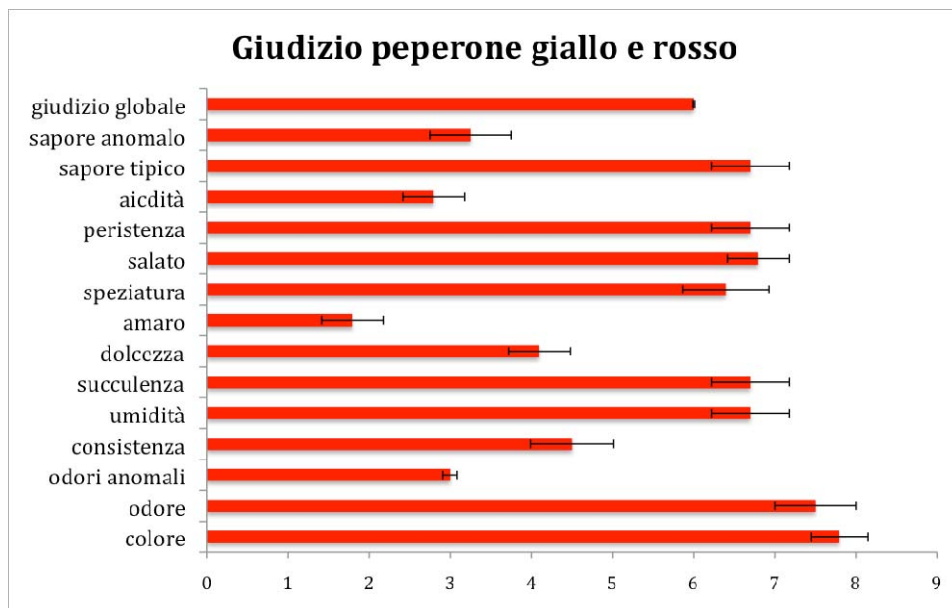
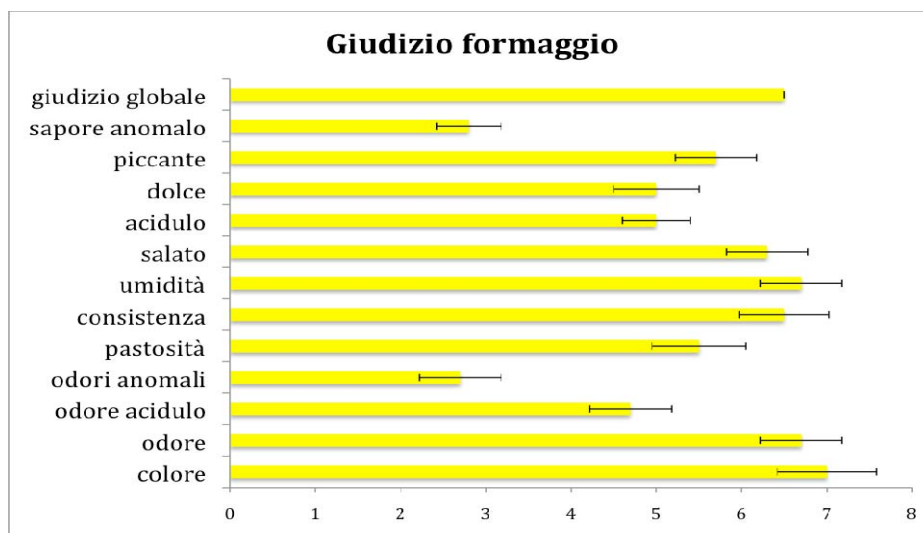
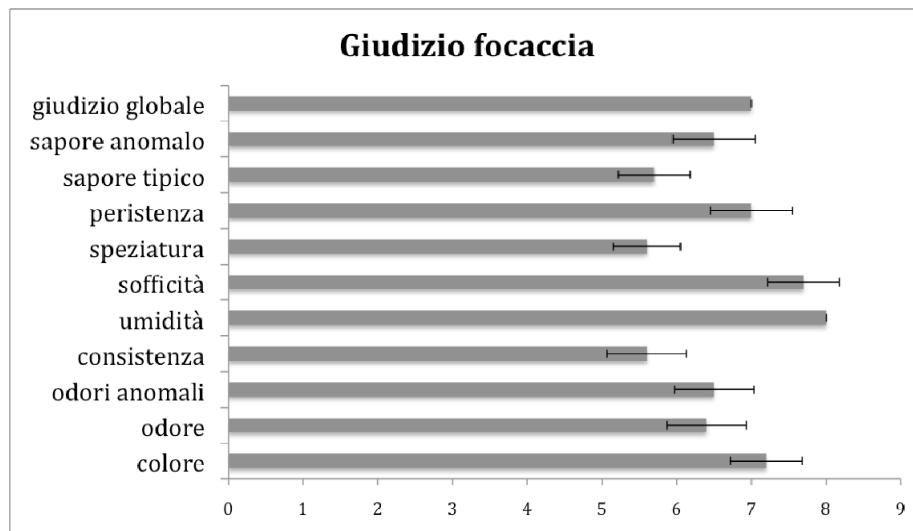
Il formaggio è stato valutato secondi i seguenti parametri:
- **Intensità del Colore** (0 pallido – 9 intenso);
- **Odore tipico o anomalo** (0 assenza di sensazioni percepite per via ortonasale e retro nasale - 9 estremamente percepite le sensazioni per via ortonasale e retronasale);
- **Omogeneità della consistenza** (0 disomogenea e 9 omogenea);
- **Succulenza** (0 impercettibile liberazione di liquidi durante la masticazione del prodotto e dopo la deglutizione - 9 intensa sensazione di liquidi durante la masticazione);
- **Pastosità** (0 assenza di pastosità percepita durante la masticazione – 9 intensa sensazione di pastosità percepita durante la masticazione);
Sapore dolce/salato/acidulo (0 assenza di sensazioni percepite durante la masticazione – 9 intensa percezione delle sensazioni);
- **Sapore tipico e anomalo** (0 impercettibile sensazione di sapore specifico dell'alimento o sapore anomalo durante la masticazione – 9 intensa percezione durante la masticazione);
- **Giudizio globale** (0 scadente – 9 ottimo).

I parametri sensoriali valutati sul prodotto completo sono stati i seguenti:
- **Struttura** (0 poco strutturato – 9 molto strutturato);
- **Riconoscibilità** (0 non sono distinguibili i diversi componenti- 9 si distinguono perfettamente i diversi componenti);
- **Armonia Globale** (0 aspetto poco armonico - 9 aspetto armonico);
- **Giudizio globale** (0 scadente - 9 ottimo).

Risultati
Come è possibile notare dai grafici riportati, le singoli componenti dello spiedino hanno ricevuto un giudizio positivo, oltre la sufficienza, tranne la zucchina risultata piuttosto mediocre per la scarsa

succulenza e la persistenza di sapori anomali. Tutti i prodotti si presentavano con un colore e un odore accettabile e un sapore tipico piuttosto pronunciato e persistente. L'accettabilità dei singoli ingredienti non rispecchia, però, pienamente il giudizio del prodotto ottenuto dalla loro combinazione, segno dell'importanza dell'abbinamento dei gusti nella valutazione globale del prodotto ready-to-use. Il grafico con i risultati relativi allo spiedino assemblato con i vari ingredienti mostra che il prodotto ha ricevuto come giudizio globale "sufficiente". Lo spiedino è risultato strutturato nel senso che gli ingredienti non hanno perso consistenza nella fase di assemblaggio; tuttavia, alla riconoscibilità dei vari ingredienti e all'armonia globale tra le componenti del prodotto i panelisti non hanno dato un giudizio di piena soddisfazione che quindi ha inciso sull'accettabilità globale del prodotto. Una scelta più accurata degli ingredienti e dei trattamenti a cui sono sottoposti prima dell'assemblaggio potrebbe quindi migliorare le caratteristiche di accettabilità sensoriale del prodotto.

Giudizio focaccia
giudizio globale
sapore anomalo
sapore tipico
peristenza
speziatura
sofficità
umidità
consistenza
odori anomali
odore
colore
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Giudizio formaggio
giudizio globale
sapore anomalo
piccante
dolce
acidulo
salato
umidità
consistenza
pastosità
odori anomali
odore acidulo
odore
colore
0
1
2
3
4
5
6
7
8

Si è quindi studiato il processo di ottimizzazione delle condizioni di processo e confezionamento di zucchine affettate al fine di prolungarne la shelf life.
Campioni di zucchine della Cv. Diamante sono stati raccolti e trasportati dall'azienda Ortoreale presso i laboratori dell'Università di Foggia- Facoltà di Agraria. Il protocollo di lavoro è stato ottimizzato sulla base dei risultati ottenuti dal test di shelf life effettuati in precedenza su due cultivar selezionate dall'azienda, la Sofia e la Diamante. Le prove precedentemente condotte avevano messo in evidenza la necessità di operare un lavaggio mirato sul prodotto capace di controllare la proliferazione batterica dopo il taglio della zucchina. Per questo motivo i campioni interi sono stati lavati con acqua di rubinetto e bicarbonato di sodio al 2,5% al fine di rimuovere i residui di terra e prima del taglio è avvenuta una sanitizzazione mediante dipping della zucchina intera in una soluzione acquosa di etanolo al 50%. La zucchina è stata poi tagliata longitudinalmente con un'affettatrice manuale in fette di 0,5 cm di spessore. Come ulteriore strategia di controllo della microflora batterica e fungina, prima del confezionamento i campioni sono stati dippati in una soluzione di acetato di sodio al 5% per 5 minuti e poi fatti asciugare all'aria per altri 10-15 minuti. Per confronto sono stati confezionati anche campioni senza dipping preliminare. Una quantità di zucchine affettate pari a circa 150 g per ciascuna delle tipologie testate è stata confezionata in 2 tipi di film a base di polipropilene, dello spessore di 30 µm, dotati di differenti micro perforazioni, denominati 2Fx70 e 2Fx100. I campioni così ottenuti sono stati conservati a 4°C per 18 giorni circa.

Per ciascun campione sono state eseguite le seguenti analisi:

- Analisi microbiologica (Conta batterica totale, Pseudomonadaceae, Psicrotrofi, Enterobatteriaceae, Lieviti, Muffe);
- Misura del pH;
- Misura dei gas nello spazio di testa della confezione;
- Calo peso;
- Panel sensoriale mediante 7 giudici addestrati.

Di seguito è riportato lo schema riassuntivo del protocollo di lavoro:

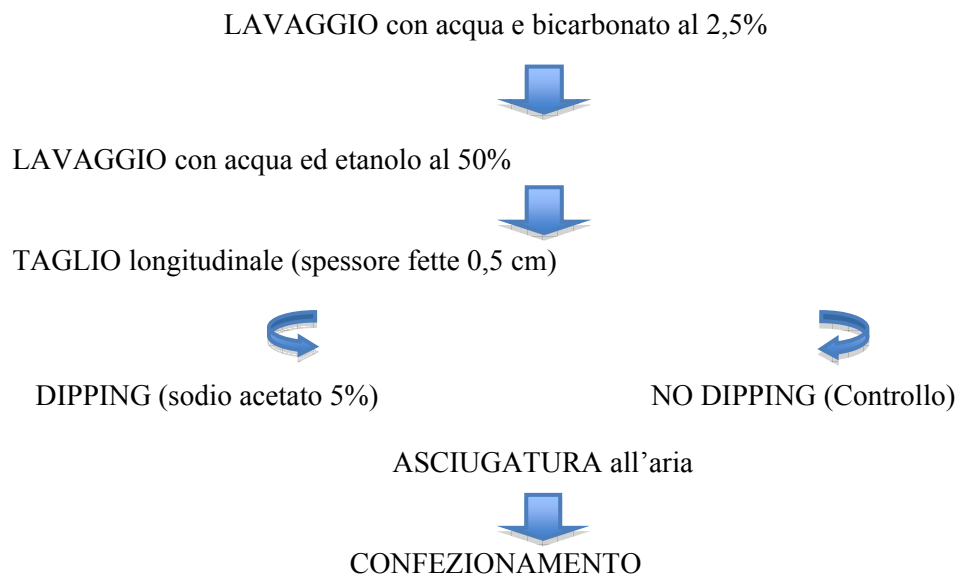
LAVAGGIO con acqua e bicarbonato al 2,5%

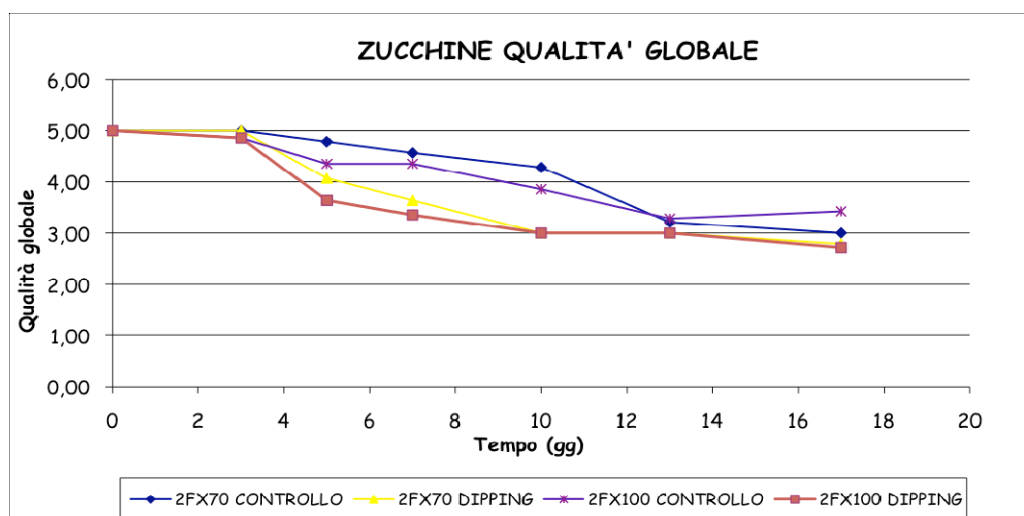
LAVAGGIO con acqua ed etanolo al 50%

TAGLIO longitudinale (spessore fette 0,5 cm)

DIPPING (sodio acetato 5%) NO DIPPING (Controllo)

ASCIUGATURA all'aria

CONFEZIONAMENTO

Dall'analisi dei risultati microbiologici è emerso che i campioni presentavano un progressivo aumento della carica microbica durante il periodo di conservazione. E' stato rilevato inoltre, che la carica batterica totale, le Pseudomonadaceae e i batteri psicrotrofi mostravano lo stesso andamento e il valore soglia pari a $5x10^7$ ufc/g, secondo la legislazione francese, non è stato superato fino a 13 giorni di stoccaggio. I lieviti e le muffe si sono assestati ad un carico al di sotto di 4 log ufc/g durante l'intero periodo di osservazione, mentre le *Enterobacteriaceae* non superavano mai il valore di 5 log ufc/g. In generale, non si è riscontrata differenza tra i carichi microbici dei campioni trattati e quelli non trattati prima del confezionamento. Probabilmente il lavaggio con etanolo ha contribuito ad abbassare il carico microbico iniziale dei batteri e di controllarne la crescita entro limiti di accettabilità microbiologica per quasi due settimane. I campioni lavati in soluzione acquosa di etanolo avevano infatti un carico microbico iniziale pari 3 log ufc/g, di due cicli logaritmici inferiore rispetto al campione tal quale trasportato dall'azienda. A differenza del lavaggio prima del taglio in etanolo, la sostanza antimicrobica usata al 5% prima del confezionamento non ha sortito alcun effetto. In termini microbiologici i campioni con dipping o senza dipping presentavano la stessa qualità microbiologica. Il pH del prodotto è rimasto più o meno costante tra 6 e 6,5 in tutti i campioni. In entrambi i film micro perforati utilizzati i valori di ossigeno si mantenevano intorno al 12-15% mentre l'anidride carbonica presentava valori intorno al 7-8%. Le caratteristiche barriera dei film individuati permettevano di contenere anche la perdita di peso del prodotto che si è aggirata attorno a valori dell'1% circa, durante tutto il periodo di monitoraggio.

Per definire la shelf life del prodotto è stata valutata anche l'analisi sensoriale. Per ogni campione proposto è stato valutato il colore, l'odore, la consistenza e la qualità globale con una scala di valori da 1 a 5 dove 3 rappresentava il limite di accettabilità. Nella figura è rappresentato l'andamento della qualità globale del prodotto nel tempo per tutti i campioni presi in esame in questo studio. Dal grafico si evince che i campioni sottoposti al dipping pre-confezionamento sono risultati sensorialmente accettabili per circa due settimane mentre quelli non trattati non sono mai stati rifiutati. Probabilmente il trattamento ha compromesso il prodotto rendendolo meno accettabile dal punto di vista dell'odore e della consistenza. In particolare, i campioni trattati sono rimasti al limite di accettabilità fino al 13° giorno di stoccaggio; oltre questo periodo sono comparse muffe rosa e marciumi forse legati al più alto contenuto di umidità del prodotto. La shelf life dei campioni senza dipping, segnata sempre dalla comparsa di muffe è stata più lunga, di 17 giorni.

Le attività della SAPIO dell'ultimo semestre di progetto hanno riguardato la caratterizzazione del package MAP quando si utilizzino le due nuove miscele messe a punto nei semestri precedenti ed una serie di film barriera multistrato di tipo innovativo che, grazie a caratteristiche di bassa permeabilità, dovrebbero permettere una maggiore stabilità nel tempo della miscela utilizzata per l'atmosfera modificata.

E' stata condotta una sperimentazione per verificare il comportamento delle miscele di gas innovative con i seguenti film multistrato:

Item	**FILM**	**Prodotto confezionato**
TIPO A	PVdC – PET 12 / PP cast 75	V gamma
	OPA – SiOx 15 /PP cast 75	
	PLA – SiOx 20 / MaterBi 70	
TIPO B	OPA –SiOx 15 / PE pelabile 60	V gamma
	OPA –SiOx 15 / PP pelabile 75	
TIPO C	OPA – SiOx 15 / PP-EVOH 3 μ - PP 60	Pasta fresca e focacce
	PA cast 20 / PP-EVOH 5 μ - PP 60	
	NaturFlex 22 / MaterBi 70	

Di seguito si riportano i risultati della sperimentazione.

Analisi per Miscela 70% Ar – 30% CO_2

<u>TIPO A</u>

PVdC – PET 12 / PP cast 75

tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,22	0,34
2	28,64	0,58
3	28,06	0,82
4	27,47	1,07
5	26,87	1,32
6	26,27	1,57
7	25,66	1,82
8	25,05	2,08

OPA SiOx 15/ PP cast 75

tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,72	0,13
2	29,64	0,17
3	29,56	0,20
4	29,48	0,23
5	29,40	0,26
6	29,32	0,30
7	29,24	0,33
8	29,16	0,36

OPA SiOx 15/PP CAST 75 CO2 e O2 nel tempo

35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
%
0 1 2 3 4 5 6 7 8
tempo in settimane
CO2
O2

PLA SiOx 20/ MaterBi 70

tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,68	0,15
2	29,57	0,19
3	29,46	0,24
4	29,35	0,28
5	29,24	0,33
6	29,13	0,38
7	29,02	0,42
8	28,91	0,4 7

<u>TIPO B</u>

OPA – SiOx 15 / PE pelabile 60

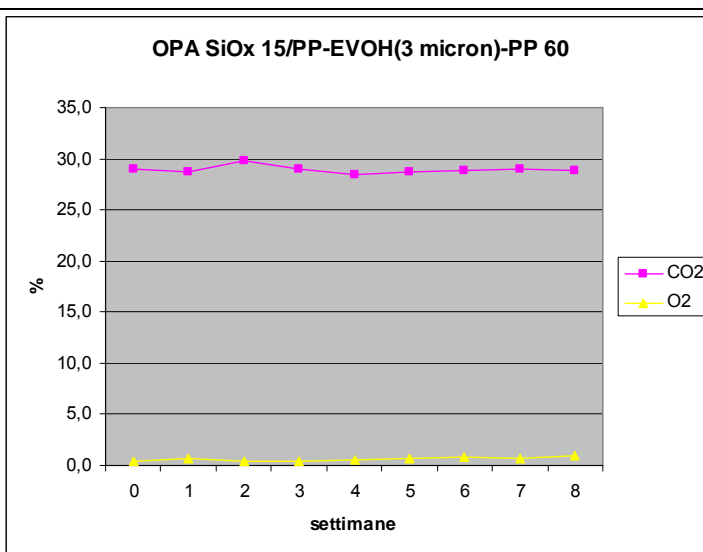
tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,68	0,15
2	29,57	0,19
3	29,46	0,24
4	29,35	0,28
5	29,24	0,33
6	29,13	0,38
7	29,02	0,42
8	28,91	0,47

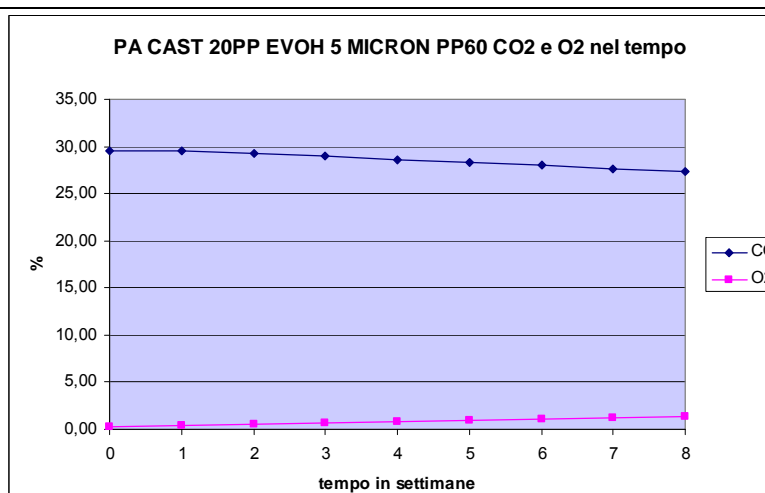
OPA SiOx 15/ PP pelabile 75

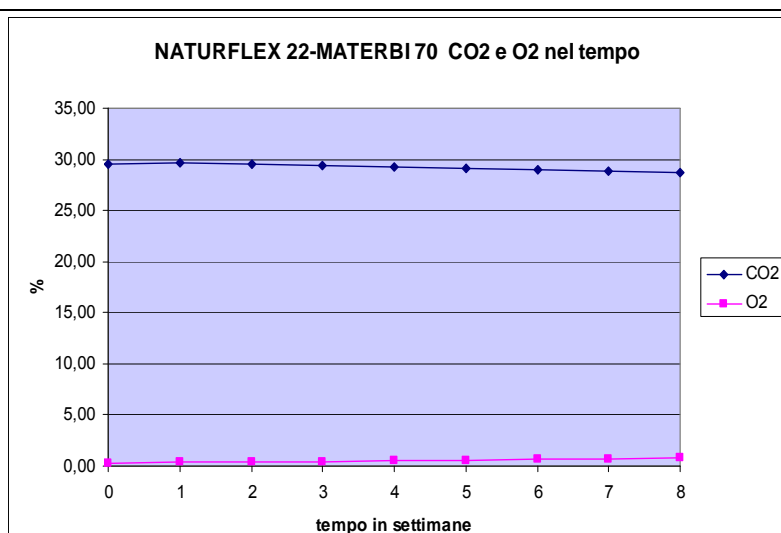
tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,68	0,15
2	29,57	0,19
3	29,46	0,24
4	29,35	0,28
5	29,24	0,33
6	29,13	0,38
7	29,02	0,42
8	28,91	0,47

TIPO C

OPA SiOx 15/ PP-EVOH 3 µ - PP 60

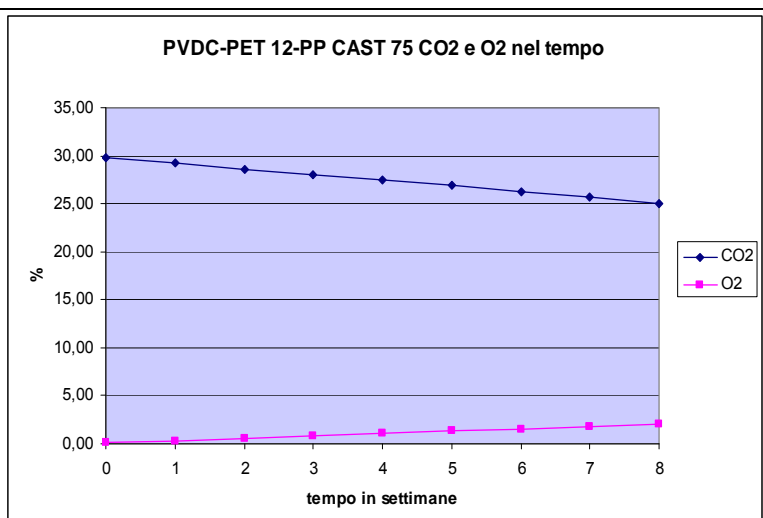
tempo	CO2	O2
0	29,0	0,4
1	28,7	0,7
2	29,8	0,4
3	29,0	0,4
4	28,4	0,5
5	28,7	0,7
6	28,8	0,8
7	29,0	0,7
8	28,8	1,0

PA cast 20 / PP-EVOH 5 µ - PP 60

tempo	CO2	O2
0	29,56	0,43
1	29,24	0,56
2	28,92	0,70
3	28,61	0,83
4	28,28	0,96
5	27,96	1,10
6	27,64	1,23
7	27,31	1,37
8	29,56	0,43

NaturFlex 22 / MaterBi 70

tempo	CO2	O2
0	29,57	0,30
1	29,73	0,36
2	29,59	0,42
3	29,45	0,48
4	29,31	0,54
5	29,16	0,60
6	29,02	0,66
7	28,88	0,72
8	28,73	0,78

Analisi per Miscela 70% N_2O – 30% CO_2

<u>TIPO A</u>

PVdC – PET 12 / PP cast 75

tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,22	0,34
2	28,64	0,58
3	28,06	0,82
4	27,47	1,07
5	26,87	1,32
6	26,27	1,57
7	25,66	1,82
8	25,05	2,08

OPA SiOx 15/ PP cast 75

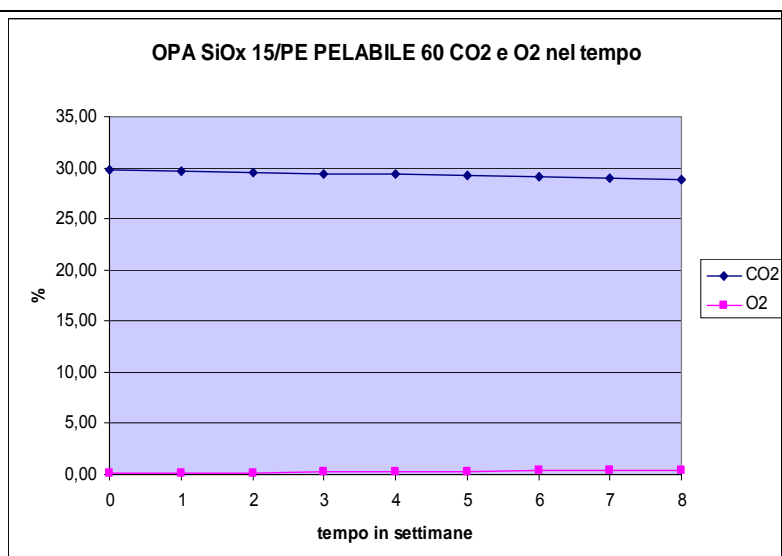
tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,72	0,13
2	29,64	0,17
3	29,56	0,20
4	29,48	0,23
5	29,40	0,26
6	29,32	0,30
7	29,24	0,33
8	29,16	0,36

PLA SiOx 20/ MaterBi 70

tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,68	0,15
2	29,57	0,19
3	29,46	0,24
4	29,35	0,28
5	29,24	0,33
6	29,13	0,38
7	29,02	0,42
8	28,91	0,47

TIPO B

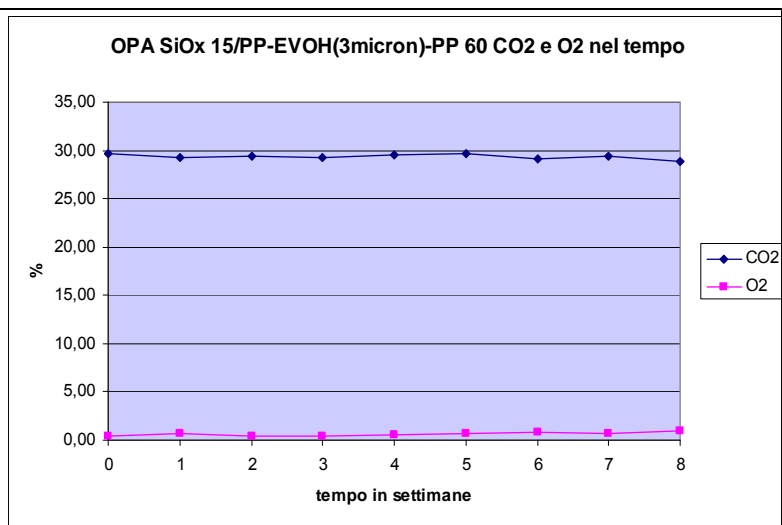
OPA – SiOx 15 / PE pelabile 60

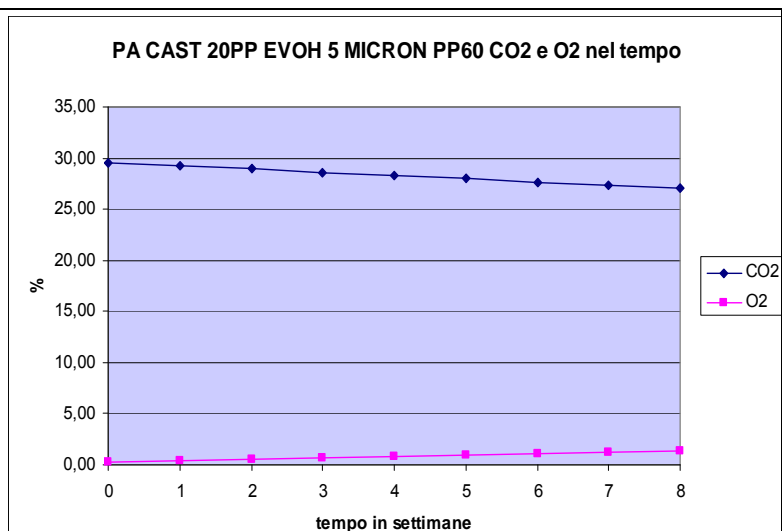
tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,68	0,15
2	29,57	0,19
3	29,46	0,24
4	29,35	0,28
5	29,24	0,33
6	29,13	0,38
7	29,02	0,42
8	28,91	0,47

OPA SiOx 15/ PP pelabile 75

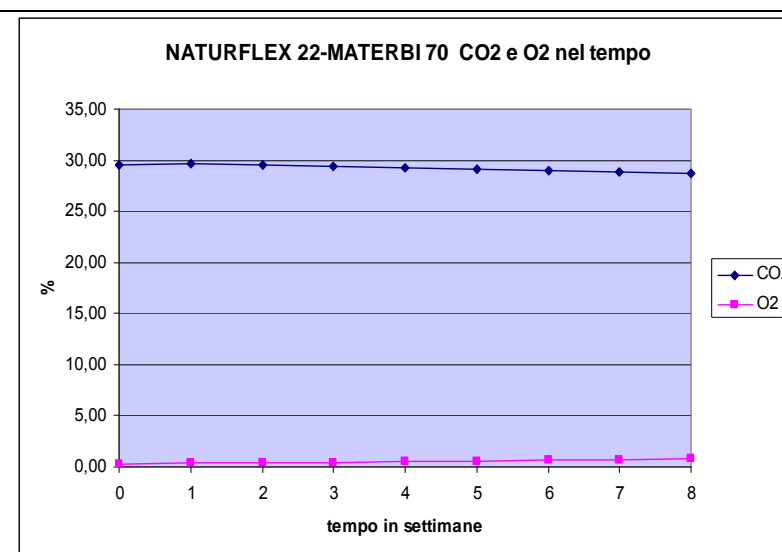
tempo	CO2	O2
0	29,86	0,10
1	29,68	0,15
2	29,57	0,19
3	29,46	0,24
4	29,35	0,28
5	29,24	0,33
6	29,13	0,38
7	29,02	0,42
8	28,91	0,47

TIPO C

OPA SiOx 15/ PP-EVOH 3 μ - PP 60

tempo	CO2	O2
0	29,73	0,35
1	29,30	0,70
2	29,40	0,42
3	29,30	0,45
4	29,50	0,48
5	29,70	0,70
6	29,10	0,80
7	29,40	0,70
8	28,80	1,00

PA cast 20 / PP-EVOH 5 μ - PP 60

tempo	CO2	O2
0	29,7	0,30
1	29,8	0,43
2	29,0	0,56
3	28,6	0,70
4	28,3	0,83
5	28,0	0,97
6	27,7	1,10
7	27,3	1,24
8	27,0	1,38

NaturFlex 22 / MaterBi 70

Tempo	CO2	O2
0	29,57	0,30
1	29,73	0,36
2	29,59	0,42
3	29,45	0,48
4	29,31	0,54
5	29,16	0,60
6	29,02	0,66
7	28,88	0,72
8	28,73	0,78

Dalle misure effettuate si può dedurre che tutti i film multistrato innovativi testati nell'ambito del progetto sono migliori dei film standard utilizzati dalle imprese di settore, ed in particolare se ne ricava la seguente tabella:

Item	**FILM**	**Prodotto confezionato**	**OTR cm^3/m^2 giorno**
TIPO A	PVdC – PET 12 / PP cast 75	V gamma	Mediamente basso
	OPA – SiOx 15 /PP cast 75		Molto basso
	PLA – SiOx 20 / MaterBi 70		Non molto basso
TIPO B	**OPA –SiOx 15 / PE pelabile 60**	V gamma	Molto basso
	OPA –SiOx 15 / PP pelabile 75		Mediamente basso
TIPO C	**OPA – SiOx 15 / PP-EVOH 3 μ - PP 60**	Pasta fresca e focacce	Molto basso
	PA cast 20 / PP-EVOH 5 μ - PP 60		Mediamente basso
	NaturFlex 22 / MaterBi 70		Non molto basso

La sperimentazione è proseguita applicando il protocollo di con l'esecuzione di una serie di test di shelf life dei prodotti alimentari oggetto di studio al fine di confermare i risultati parziali ottenuti nel corso delle attività svolte fin qui.
La sperimentazione è stata condotta con il supporto e la consulenza di Safety & Quality Consulting applicando il protocollo stilato precedentemente.

Le prove di shelf life e lo studio dei risultati sono stati eseguiti sui seguenti prodotti:

- ✓ pasta fresca (formato orecchiette)
- ✓ spiedini di focaccia;
- ✓ mix di verdure al naturale;
- ✓ pomodori semidry conditi;
- ✓ peperoni semidry grigliati;
- ✓ zucchine al naturale.

I prodotti sono stati confezionati con il packaging innovativo fornito da Icimendue; in particolare sono stati usati i seguenti film:

1. OPA-SiOx 15 (*Ceramis CPA002*) / PP-EVOH(3μm)-PP 60 (*50600*) per pasta e spiedini di focaccia.
2. OPA-SiOx 15 (*Ceramis CPA002*) / PP cast 75 (*AX*S) per mix di verdure al naturale pomodori semidry conditi, peperoni semidry grigliati e zucchine al naturale.

Le miscele usate per il confezionamento sono:
30% CO_2 – 70% Ar
30% CO_2 – 70% N_2O
30% CO_2 – 70% N_2

Per avere un parametro di confronto tra il confezionamento innovativo e quello tradizionale, la stessa sequenza di analisi è stata condotta anche su alcuni prodotti confezionati dall'azienda partner secondo i suoi standard di produzione.
Le analisi sono state condotte su :

- ✓ pasta fresca (formato orecchiette);
- ✓ spiedini di focaccia con verdure al naturale;
- ✓ pomodory semidry conditi.

La miscela usata per tutti i prodotti è : 30% CO_2 – 70% N_2, mentre il packaging usato è il seguente:

- ✓ OPA 15 (*BX*) / PP cast 75 (*AX*S) per i prodotti di IV gamma;
- ✓ PA cast 20 (*CS*) / PP-EVOH-PP 60 (*50600*), per la pasta fresca e per gli spiedini di focaccia verdure al naturale.

Tutti i prodotti sono stati posti in vaschette di tipo: PP-EVOH-PP tipo Meno. Tale materiale è un film coestruso di Polipropilene omopolimero, Tie Resin, Evoh, Tie Resin, Polipropilene omopolimero, in versione trasparente di facile saldabilità, ottima impermeabilità ai gas, resistente alle temperature di pastorizzazione.

Il film di confezionamento, fornito dall'azienda partner Icimendue, usato per il confezionamento di pasta fresca, denominato: **OPA-SIOx 15 (Ceramis CPA002)/PP-EVOH (3um)-PP 60(50600** presenta le seguenti caratteristiche di permeabilità (Oxygen permeabilità): 0.7 cm^3 m^{-2} 24h bar^{-1} a 23°C e 0 % UR.
Laminato con un film di polipropilene – Etilenvinil alcool-Polipropilene scivoloso che presenta le seguenti caratteristiche di permeabilità (Oxygen permeabilità): minore di 2.60 cm^3 m^{-2} 24h bar^{-1} a 23°C e 0 % UR.
Questo film costituisce una barriera alta all'ossigeno. La permeabilità al vapore acqueo è media.

Il tipo di film di confezionamento fornito dall'azienda partner Icimendue, usato per il confezionamento dei prodotti vegetali e per gli spiedini di focaccia, denominato: **OPA-SIOx 15 (Ceramis CPA002)/PPcast75 (AXS)** è costituito da SiOx – coated oPA che presenta le seguenti caratteristiche di permeabilità (Oxygen permeabilità): 0.7 cm^3 m^{-2} 24h bar^{-1} a 23°C e 0 % UR.
Laminato con un film di polipropilene cast coestruso che presenta le seguenti di permeabilità (Oxygen permeabilità): compresa tra 3.615-3.625 cm^3 m^{-2} 24h bar^{-1} a 23°C e 0 % UR.
Questo film costituisce complessivamente, una barriera alta all'ossigeno e bassa al vapore acqueo.

Le orecchiette fresche, confezionate secondo gli standard produttivi dell'azienda partner, sono state poste in buste di poliaccopiato denominato **PA cast 20(CS)/PP-EVOH-PP 60(50600)**, costituito da Poliammide 6 non orientato, che presenta le seguenti di permeabilità (Oxygen permeabilità): 33 cm^3 m^{-2} 24h bar^{-1} a 23°C e 0 % UR.
Tale film è laminato con un film di polipropilene – Etilenvinil alcool-Polipropilene scivoloso che presenta le seguenti caratteristiche di permeabilità (Oxygen permeabilità): < 2.60 cm^3 m^{-2} 24h bar^{-1} a 23°C e 0 % UR.
Questo film costituisce una barriera alta all'ossigeno. La permeabilità al vapore acqueo è media.

Gli spiedini di focaccia verdure al naturale sono stati confezionati in vaschette, dello stesso materiale usato per gli altri prodotti, saldate con lo stesso film descritto al punto precedente denominato **PA cast 20(CS)/PP-EVOH-PP 60(50600)).**

I prodotti vegetali, confezionati secondo gli standard produttivi dell'azienda partner, sono stati posti in vaschette, dello stesso materiale usato per gli altri prodotti ma saldate con il film **OPA-15(BX)/PPcast75 (AXS)**, costituito da Poliammide biorientata 6 film che presenta le seguenti caratteristiche di permeabilità (Oxygen permeabilità): compresa tra 35-17 cm^3 m^{-2} 24h bar^{-1} a 23°C e

0 % UR.
Tale film è laminato con un film di polipropilene cast coestruso che presenta le seguenti caratteristiche di permeabilità (Oxygen permeabilità): compresa tra 3.615-3.625 cm^3 m^{-2} 24h bar^{-1} a 23°C e 0 % UR. Questo film costituisce una barriera alta all'ossigeno. La permeabilità al vapore acqueo è bassa.

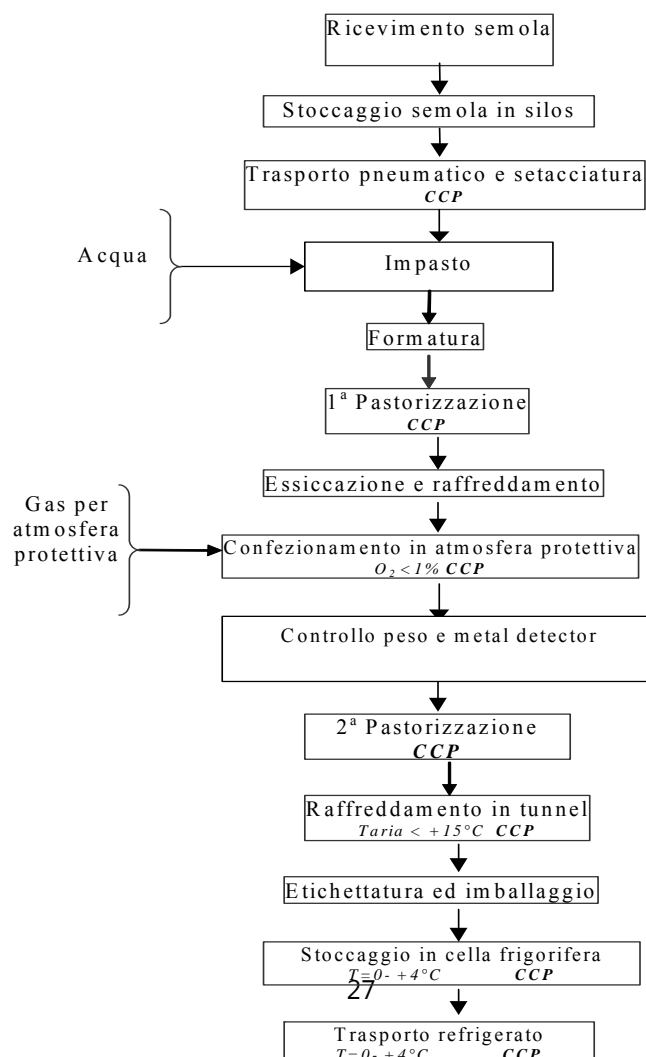
PASTA FRESCA (formato orecchiette)

L'art. 6 del D.P.R. 09/02/2001 n. 187 stabilisce al comma 1 che "la pasta fresca di semola di grano duro" è il prodotto ottenuto dalla trafilazione, laminazione e conseguente essiccamento di impasti preparati esclusivamente con semola di grano duro ed acqua.

La pasta fresca destinata al commercio deve possedere, così come prescritto dal D.P.R. 09/02/2001 n. 187, i seguenti requisiti:

Tipo e denominazione	Umidità non inferiore	Attività dell'acqua	Su cento parti di sostanza secca			Acidità massima in gradi*
			ceneri		Prot. min (azoto x 5.70)	
			Min	max		
Pasta fresca di semola di grano duro	24%	0.92-0.97	-	0.90	10.50	7

*il grado di acidità è espresso dal numero di centimetri cubi di soluzione alcalina normale occorrente per neutralizzare 100 grammi di sostanza secca.

Nel diagramma di flusso riportato di seguito sono rappresentate le varie fasi di lavorazione della pasta fresca.
Per poter analizzare il tempo che corrisponde ad una tollerabile diminuzione di qualità della pasta

fresca, è necessario stabilire quale qualità dell'alimento si intende conservare più a lungo o quale si deteriora più rapidamente. Nel caso in questione, si è considerato l'aspetto igienico nel tempo e si misura, come attributo correlato, quello microbiologico, relativo alla crescita delle Muffe. Il limite massimo al di là del quale, si considera l'alimento non più commerciabile ed in questo caso anche non più commestibile è di 1.000 UFC/g. Tale riferimento quantitativo è conforme ai limiti regolamentati dalla Circolare Ministero sanità n.32 del 03/08/1985 in relazione alla CBT.

I parametri chimici, microbiologici ed organolettici sono stati analizzati al tempo 0, ovvero al momento del confezionamento, al fine di verificare la qualità igienica dell'alimento subito dopo il processo di trasformazione; al tempo 10, ovvero dopo 10 giorni, ai tempi 20, 35, 45 e 75. Inoltre, sono state previste delle analisi di post apertura per verificare, dopo l'apertura della confezione la durata del prodotto, mantenendo inalterate le condizioni di refrigerazione, igieniche di sicurezza e di qualità alimentare. Il prodotto è stato analizzato dopo due e quattro giorni dall'apertura della confezione del tempo 10, del tempo 35 e del tempo 75.

Di seguito sono riportati i valori analitici riscontrati, alle diverse scadenze dei parametri analizzati:

PASTA FRESCA - 30% CO2 –70% Ar (packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO2 (%)**	**O2 (%)**	**Ar (%)**
0	2100	< 10	<10	<10	26.85	0.890	29.70	0.90	69.4
10	5.900	< 10	< 10 UFC/g	<10	29.80	0.930	29.10	0.60	70.30
1° Post apertura (dopo 2 gg)	6.900	< 10	< 10	<10	25.44	0.883			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	7300	< 10	< 10	<10	25.40	0.881			
20	12.000	< 10	< 10	<10	29.11	0.915	28.50 %	1.10 %	70.40
35	18.000	< 10	< 10	<10	27.60	0.920	28.30	0.50	71.20
1° Post apertura (dopo 2 gg)	25.000	200	<10	400	27.50	0.915			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	27.000	300	<10	450	27.30	0.910			
45	76.000	200	< 10	<10	27.57	0.858	23.60	1.10	75.30
75	80.000	200	< 10	<10	29.56	0.902	28.40	1.40	70.20
1° Post apertura (dopo 2 gg)	97.000	250	<10 UFC/g	< 10	29.50	0.905			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	100.000	370	< 10	<10	29.40	0.904			

PASTA FRESCA 30% CO2 –70% N2O (packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2 (%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	10.000	<10	<10	<10	28.41	0.904	30.20	0.30	69.50
10	16.000	<10	<10	<10	28.91	0.935	29.80	0.70	69.50%
1° Post apertura (dopo 2 gg)	18.000	<10	<10	<10	25.43	0.900			
2° Post apertura	20.000	<10	<10	<10	25.00	0.898			

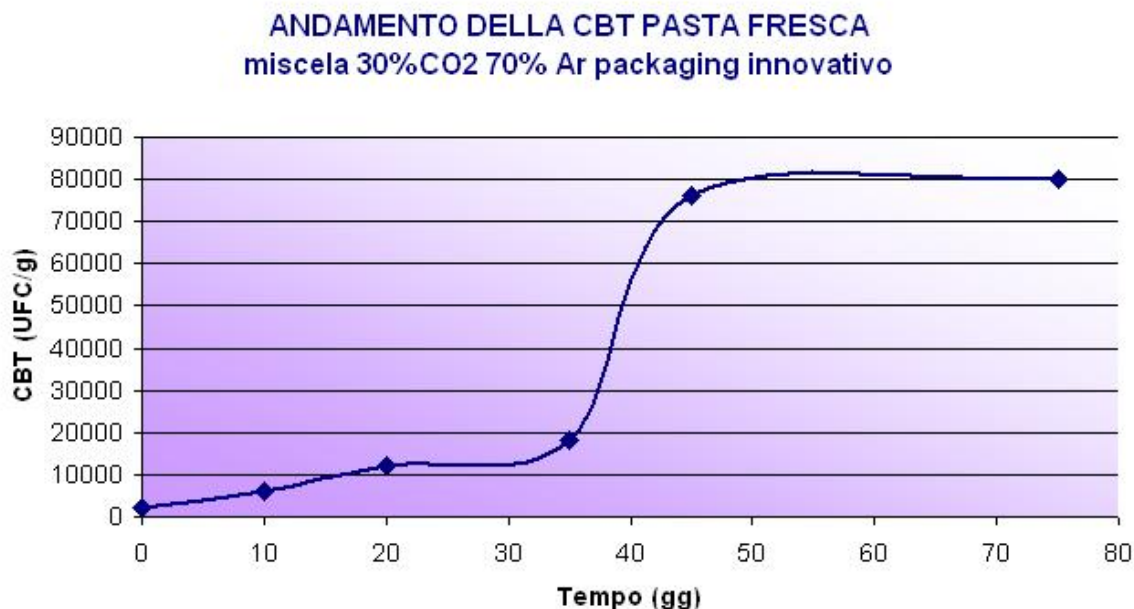
(dopo 4 gg)									
20	37.000	<10	<10	<10	21.06	0.915	29.70	0.70	69.60
35	38.000	<10	<10	<10	28.52	0.870	30.20	0.40	69.40
1° Post apertura (dopo 2 gg)	42.000	<10	<10	<10	28.40	0.881			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	43.000	<10	<10	<10	28.20	0.880			
45	65.000	<10	<10	<10	29.75	0.879	29.30	0.90	69.80
75	73.000	<10	<10	<10	28.90	0.900	27.20	1.60	71.20
1° Post apertura (dopo 2 gg)	88.000	<10	<10	<10	28.77	0.899			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	91.000	<10	<10	<10	28.75	0.897			

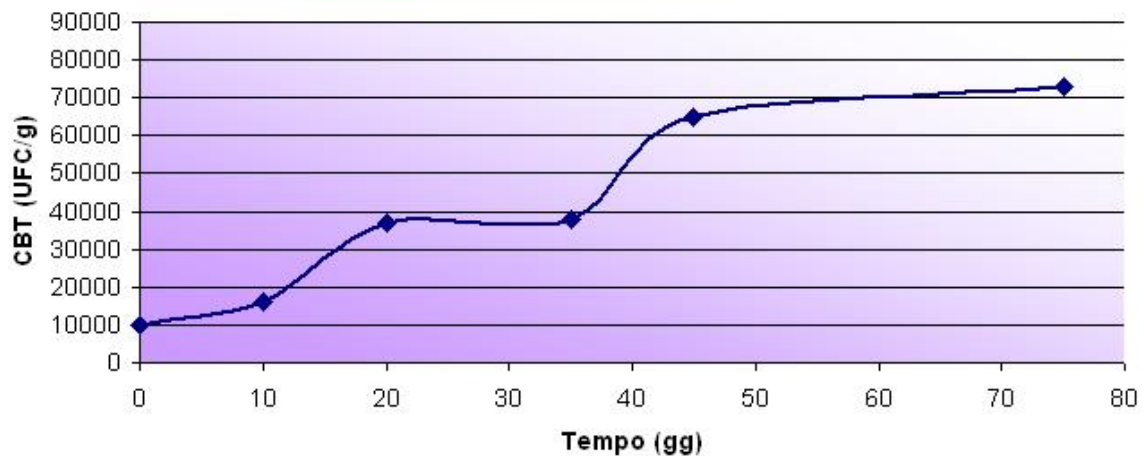
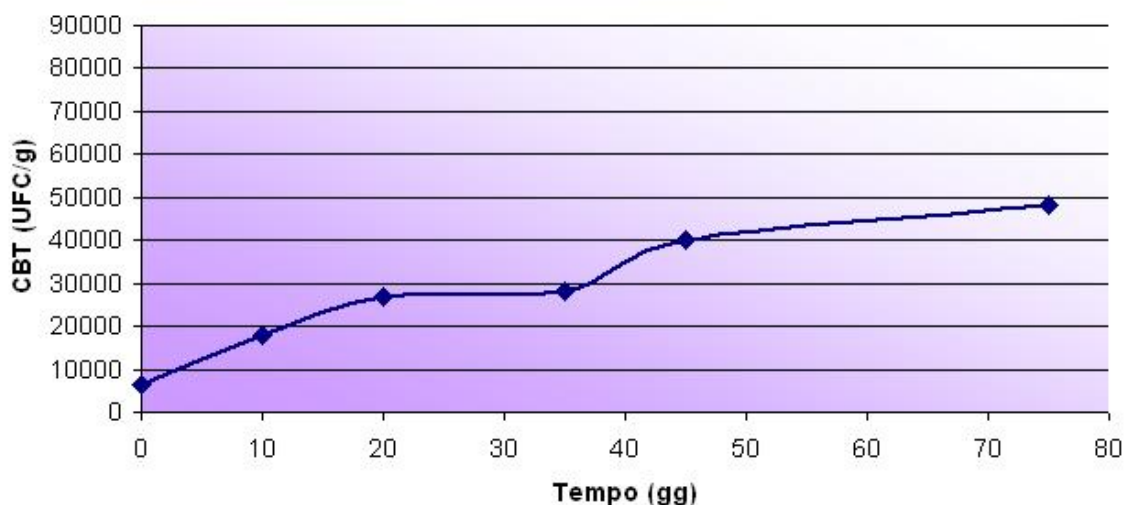
PASTA FRESCA 30% CO_2 –70% N_2 (packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2 (%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	6.500	<10	<10	<10	27,26	0.907	31.20	0.30	68.50
10	18.000	<10	<10	<10	28.47	0.933	30.40	0.30	69.30
1° Post apertura (dopo 2 gg)	18.000	100	<10	<10	28.84	0.892			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	20.000	200	<10	<10	28.70	0.890			
20	27.000	<10	<10	<10	28.20	0.910	30.50	0.70	68.80
35	28.000	<10	<10	<10	31.00	0.914	29.10	0.60	70.30
1° Post apertura (dopo 2 gg)	32.000	200	<10	<10	30.60	0.910			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	34.000	400	<10	<10	30.30	0.908			
45	40.000	200	<10	<10	27.63	0.892	29.00	0.10	70.90
75	48.000	200	<10	<10	29.39	0.987	29.80	1.10	69.10
1° Post apertura (dopo 2 gg)	56.000	250	<10	<10	29.19	0.891			
2° Post apertura (dopo 4	57.000	340	<10	<10	29.11	0.891			

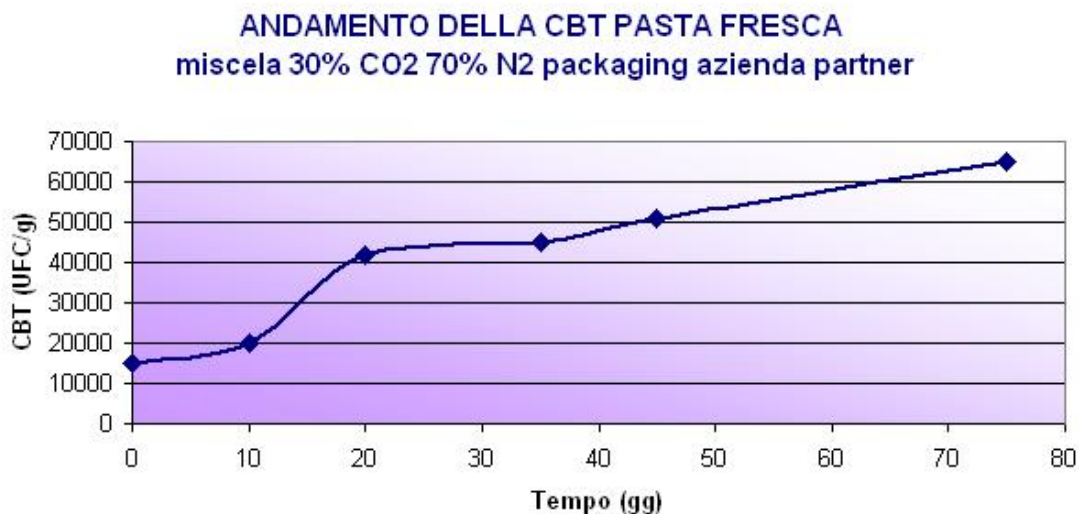
gg)									

PASTA FRESCA confezionata secondo gli standard produttivi dell'azienda partner (30%CO2 70%N2)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO2 (%)**	**O2 (%)**	**Ar (%)**
0	15.000	< 10	< 10	< 10	29,09	0.916	23.00	0.70	76,30
10	20.000	< 10	< 10	< 10	30.30	0.933	22.50	1.10	76.40
1° Post apertura (dopo 2 gg)	24.000	< 10	< 10	< 10	29.10	0.893			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	25.000	< 10	< 10	< 10	27.10	0.889			
20	42.000	100	< 10	< 10	30.00	0.903	21.40	1.20	77.40
35	45.000	< 10	< 10	< 10	28.67	0.912	21.60	0.90	77.50
1° Post apertura (dopo 2 gg)	46.000	< 10	< 10	< 10	28.10	0.907			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	47.000	< 10	< 10	< 10	26.10	0.900			
45	51.000	< 10	< 10	< 10	30.06	0.910	21.50	1.80	76.70
75	65.000	< 10	< 10	< 10	30.00	0.898	22.30	0.80	76.90
1° Post apertura (dopo 2 gg)	89.000	100	< 10	< 10	29.89	0.898			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	91.000	220	< 10	< 10	27.90	0.890			

Dai dati riportati nelle tabelle è possibile notare che la pasta fresca confezionata con la miscela 30% CO_2 –70% Ar, al **Tempo 0** presenta valori microbiologici nella norma. Con il trascorrere dei giorni si osserva che, mentre i valori delle muffe e dei lieviti rimangono al di sotto di 10 UFC/g, la carica batterica totale (CBT) tende ad aumentare. In particolare, l'andamento della crescita della CBT presenta un "gradino" intorno al 45° giorno.
Nella prima post – apertura (dopo due giorni dall'apertura) e nella seconda post – apertura (dopo quattro giorni dall'apertura) del Tempo 10, i valori di CBT crescono in modo continuo rispetto ai valori iniziali, mentre muffe e lieviti e coliformi rimangono costanti e al di sotto di 10UFC/g.
Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati: Il colore è tipico, il sapore gustoso e tenace e l'odore intenso e gradevole. L'indice di cottura è buono.
Sin dalla prima post - apertura, del **Tempo 35** si osserva una rapida crescita di muffe, lieviti e coliformi; tale comportamento si osserva anche nelle analisi di post apertura del Tempo 75.
Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati: infatti il colore è tipico, il sapore gustoso e tenace e l'odore intenso e gradevole. L'indice di cottura è buono.

Di seguito è riportato un grafico dove si può osservare l'andamento della CBT durante l'intero periodo delle prove

La pasta fresca confezionata con la miscela 30%CO2 70% N2O al **Tempo 0** presenta valori microbiologici pari a 10000 UFC/g di CBT, le muffe e i lieviti <10 UFC/g ed i coliformi < 10 UFC/g. I valori della CBT tendono ad aumentare per l'intero periodo delle prove mentre quelli di muffe, lieviti e coliformi restano inferiori a 10 UFC/g anche nei prodotti sottoposti a prove di post apertura.
I parametri organolettici rimangono invariati, infatti il colore è tipico, il sapore gustoso e tenace e l'odore intenso e gradevole. L'indice di cottura è buono.

Di seguito è riportato il grafico relativo all'andamento della crescita della CBT.

La pasta fresca confezionata con la miscela classica, ovvero 30%CO2 70%N2 al **Tempo 0** presentano valori microbiologici pari a 6500 UFC/g di CBT che tendono a crescere linearmente.
Il valore di lieviti e coliformi resta inferiore a 10 UFC/g per tutta la durata delle prove di shelf life; mentre il valore delle muffe resta inferiore a 10 UFC/g sino al 35 giorni per poi aumentare. Inoltre, a differenza di lieviti e coliformi che restano inferiori a 10 UFC/g anche nelle prove di post apertura la crescita delle muffe supera le 10 UFC/g sin dalla prima post apertura del **Tempo 0**.
I parametri organolettici rimangono invariati per l'intera durata delle prove: il colore è tipico, il sapore gustoso e tenace e l'odore intenso e gradevole. L'indice di cottura è buono.

Le orecchiette fresche confezionate con il packaging e con la miscela dell'azienda partner al **Tempo 0** presentano valori microbiologici di CBT pari a 15000 UFC/g che tendono ad aumentare per tutta la

durata delle prove; mentre lieviti e coliformi restano inferiori a 10 UFC/g. Il valore delle Muffe, ad eccezione del valore riscontrato nel campione aperto al tempo 20, che si può imputare ad una contaminazione del prodotto al momento del confezionamento, resta inferiore a 10 UFC/g per tutta la durata delle prove. Tale valore aumenta solo nelle prove di post apertura del Tempo 75.
I parametri organolettici rimangono invariati, infatti il colore è tipico, il sapore gustoso e tenace e l'odore intenso e gradevole.

Analizzando i risultati ottenuti si nota che, a parità di miscela, con il packaging dell'azienda partner, ovvero PA cast 20 (*CS*) / PP-EVOH-PP 60 (*50600*), la crescita della CBT è più contenuta rispetto al prodotto confezionato con OPA-SiOx 15 (Ceramis CPA002) / PP-EVOH(3µm)-PP 60 (50600), mentre è leggermente maggiore quella delle muffe. Con entrambi i film Lieviti e coliformi restano al di sotto di 10UFC/g.

Per la pasta fresca confezionata con il packaging innovativo, ovvero OPA-SiOx 15 (Ceramis CPA002) / PP-EVOH(3µm)-PP 60 (50600) si potrebbe affermare che la miscela più performante è quella costituita dal 30%CO_2 70%N_2O, poiché anche se la CBT è leggermente maggiore di quella che si riscontra nel prodotto confezionato con la miscela 30%CO_2 70% Ar, riesce a contenere anche la crescita delle muffe.

SPIEDINI DI FOCACCIA E VERDURE AL NATURALE

Gli spiedini di focaccia con verdure al naturale sono prodotti composti da pezzi di focaccia, farciti con verdure miste al naturale e formaggio fresco.
Tale prodotto, è stato sottoposto alla fase di pastorizzazione ma la T di esercizio non ha potuto raggiungere i 75°C, come da protocollo dell'azienda partner poiché all'interno della confezione, si è verificata una eccesiva espansione dei gas delle miscele utilizzate, tale da provocare la rottura della medesima confezione e pertanto si è stati costretti a limitare la T di pastorizzazione intorno a 55°C.
I parametri chimici, microbiologici e organolettici sono stati analizzati al tempo 0, ovvero al momento del confezionamento, al fine di verificare la qualità igienica dell'alimento subito dopo il processo di trasformazione; al tempo 15, ovvero dopo 15 giorni e al tempo 30. Il prodotto è stato analizzato dopo due giorni e quattro giorni dall'apertura della confezione del tempo 0, del tempo 15 e del tempo 30 mantenendolo a T di refrigerazione.

In questo caso si è considerato l'aspetto igienico nel tempo attraverso la misurazione della crescita della CBT il cui limite superiore è stato quantificato in 1.000.000 UFC/g (Decr. Netherland n. 563/79 e dalla Delib. n. 5310/94 della G. Reg. Umbria). Il parametro della crescita della CBT è stato comunque affiancato da quello delle muffe che influenzano l'aspetto e l'igienicità del prodotto. Poiché non ci sono regolamenti per ciò che attiene il parametro nelle muffe, si è ritenuto opportuno considerare il valore di circa 1.000 UFC/g, quale limite massimo.

Negli schemi di seguito vengono riportati i valori analitici riscontrati, alle diverse scadenze dei parametri analizzati:

Spiedini di focaccia con verdure al naturale 30%CO2 70%Ar (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	5600	<10	<10	<10	61.60	0.860	17.30	1.60	81.10
1° Post apertura (dopo 2gg)	8.500	<10	<10	<10	62.00	0.910			
2° Post apertura (dopo 4gg)	9000	<10	<10	<10	61.00	0.901			
15	82.000	<10	<10	<10	60.50	0.911	15.90	0.00	84.10
1° Post apertura (dopo 2gg)	90.000	150	<10	<10	61.00	0.910			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	100.00	200	<10	<10	63.00	0.907			
30	98.000	100	<10	<10	62.70	0.903	28.00	0.60	71.40
1° Post apertura (dopo 2gg)	160.000	200	<10	<10	62.90	0.903			
2° Post apertura (dopo 4gg)	180.000	300	<10	<10	62.00	0.900			

Spiedini di focaccia con verdure al naturale 30%CO2 70%N2O (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	24.000	<10	<10	<10	64.90	0.864	22.70	1.50	75.80
1° Post apertura (dopo 2gg)	39.000	<10	<10	<10	64.40	0.905			
2° Post apertura (dopo 4gg)	40.000	<10	<10	<10	64.60	0.905			
15	41000	<10	<10	<10	60.30	0.907	23.20	0.00	76.80
1° Post apertura (dopo 2gg)	46.000	<10	<10	<10	60.40	0.905			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	48.000	<10	<10	<10	59.40	0.899			
30	110.000	300	<10	1500	64.00	0.908	28.00	1.20	70.80
1° Post apertura (dopo 2gg)	190.000	400	<10	2000	64.60	0.909			
2° Post apertura (dopo 4gg)	200.000	500	<10	2600	64.30	0.903			

Spiedini di focaccia con verdure al naturale 30%CO2 70%N2 (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U (%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	17.000	<10	<10	<10	60.50	0.861	15.10	0.20	84.70
1° Post apertura (dopo 2gg)	21.000	<10	<10	<10	60.80	0.903			
2° Post apertura (dopo 4gg)	22.000	200	<10	<10	60.80	0.905			
15	110.000	<10	<10	<10	61.20	0.910	28.00	0.00	72.00
1° Post apertura (dopo 2gg)	130.000	100	<10	<10	61.40	0.091			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	150.000	230	<10	<10	60.40	0.090			
30	820.000	100	<10	<10	66.40	0.910	28.00	0.00	72.00
1° Post apertura (dopo 2gg)	1.000.000	200	<10	<10	66.90	0.910			
2° Post apertura (dopo 4gg)	1.100.000	280	<10	<10	65.90	0.902			

Spiedini di focaccia con verdure al naturale confezionata secondo gli standard produttivi dell'azienda partner (30%CO2 70%N2)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U (%)**	**Aw**	**CO_2 (%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	9.000	< 10	< 10	< 10	60,40	0.863	19.70	2.00	78.30
1° Post apertura (dopo 2gg)	32.000	< 10	< 10	< 10	60.20	0.908			
2° Post apertura (dopo 4gg)	35.000	< 10	< 10	< 10	60.00	0.907			
15	130.000	< 10	< 10	< 10	61.50	0.906	20.50	1.20	78.30
1° Post apertura (dopo 2gg)	170.000	< 10	< 10	< 10	61.70	0.904			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	185.000	< 10	< 10	< 10	61.60	0.900			
30	1.400.000	< 10	< 10	< 10	64.80	0.911	19.90	1.50	78.60
1° Post apertura (dopo 2gg)	2.000.000	100	< 10	< 10	64.90	0.911			
2° Post apertura (dopo 4gg)	2.400.000	200	< 10	< 10	60.90	0.900			

Gli spiedini di focaccia con verdure al naturale confezionati con la miscela 30%CO2 70% Ar al Tempo 0 presentano valori microbiologici di CBT pari 5.600 UFC/g che tendono a cresce linearmente per tutta la durata della prova. Le muffe raggiungono valori superiori a 10UFC/g dal 30° giorni. I lieviti restano per tutta la durata della prova al di sotto di 10 UFC/g.
Anche nelle analisi di post apertura si riscontra una crescita dei valori di CBT mentre, muffe, lieviti e coliformi rimangono costanti (< 10UFC/g). Muffe e lieviti tendono ad aumentare nella seconda post apertura.

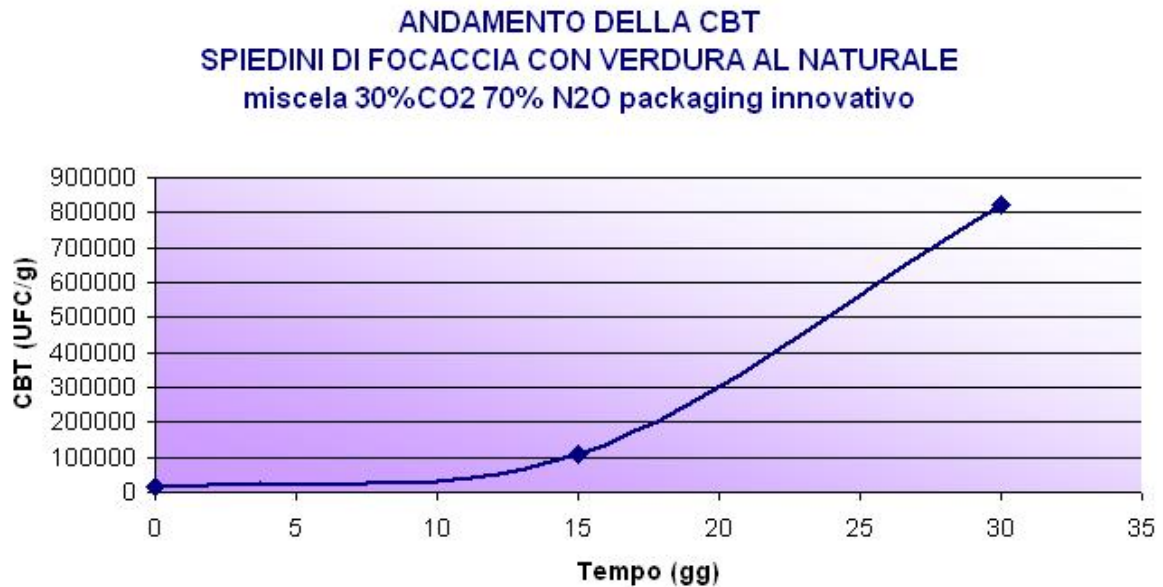
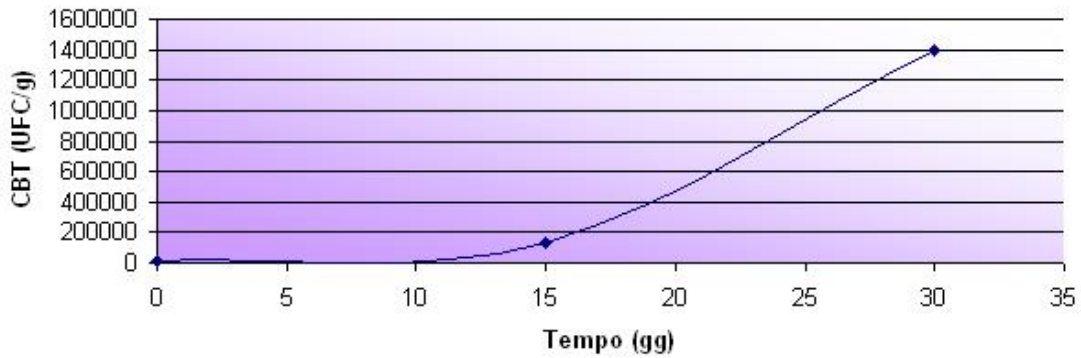
I parametri organolettici rimangono invariati per tutta la durata della sperimentazione, infatti il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.

Di seguito è riportato il grafico relativo all'andamento della crescita della CBT negli spiedini confezionati con packaging innovativo e con la miscela 30%CO2 70% Ar.

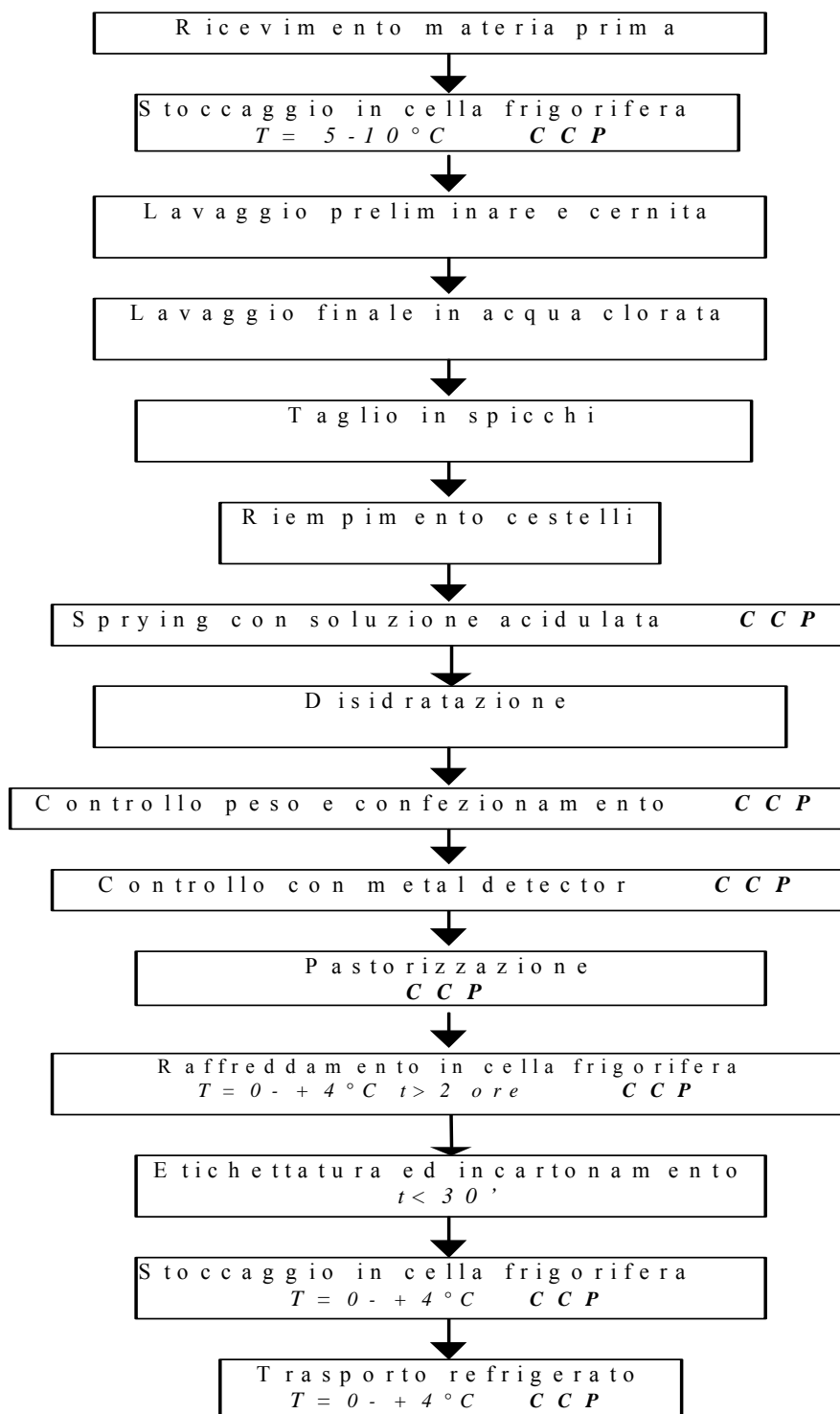
Gli spiedini di focaccia con verdure al naturale confezionati con la miscela 30%CO_2 70% N_2O presentano valori di CBT, muffe, lieviti e coliformi simili a quelli ottenuti con la miscela precedente (30%CO_2 70% Ar). Anche nelle prove di post apertura l'andamento della crescita di muffe, lieviti, coliformi e batteri è analoga a quella della miscela precedente.
I parametri organolettici rimangono invariati per tutta la durata della sperimentazione, infatti il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.

Di seguito è riportato il grafico relativo all'andamento della crescita della CBT negli spiedini confezionati con packaging innovativo e con la miscela 30%CO_2 70% N_2O.

Gli spiedini di focaccia con verdure al naturale confezionati con la miscela 30%CO_2 70% N_2 mostrano una rapida crescita della CBT che supera i valori raggiunti con le altre miscele di gas. Le

muffe raggiungono valori superiori a 10UFC/g dal 30° giorni. I lieviti restano per tutta la durata della prova al di sotto di 10 UFC/g.
Di seguito è riportato il grafico relativo all'andamento della crescita della CBT negli spiedini confezionati con packaging innovativo e con la miscela 30%CO2 70% N2.

Gli spiedini di focaccia confezionati secondo gli standard produttivi dall'azienda partner e con la miscela 30% CO2 70% N2 presentano valori di muffe, lieviti e coliformi inferiori a 10 UFC/g per tutta la durata delle prove, mentre i valori di CBT tendono ad aumentare raggiungendo al 30° giorno valori più alti rispetto agli stessi prodotti confezionati con packaging differente. Inoltre, il valore della CBT del 30° giorno è maggiore anche di quello riscontrato nello stesso prodotto confezionato con packaging innovativo ma con la stessa miscela.

Riassumendo, si può affermare che tutte e tre le miscele con packaging innovativo hanno un buon effetto sulla conservazione dei prodotti. A parità di miscela il packaging tradizionale dà risultati decisamente più scarsi rispetto a quello innovativo, superando il valore di 1.000.000,00 di UFC/g di CBT. In tutte le sperimentazioni condotte con packaging innovativo si è raggiunta la shelf life desiderata di 30 giorni e tra queste, la miscela 30%CO2 70%Ar dà risultati migliori. Con questa miscela la crescita di muffe, lieviti e coliformi resta al di sotto di 10 UFC/g e quella della CBT è fortemente al di sotto del valore soglia minimo consentito.

PRODOTTI DI V GAMMA CONDITI

I prodotti di V gamma oggetto della sperimentazione sono definiti come ortaggi processati che presentano una umidità intermedia e un'attività dell'acqua contenuta.
Di seguito è riportato il diagramma in cui sono rappresentate le varie fasi di lavorazione dei prodotti semidisidratati.

Tali prodotti, sono stati sottoposti alla fase di pastorizzazione ma la T di esercizio non ha potuto raggiungere i 75°C, come da protocollo dell'azienda partner poiché all'interno della confezione, si è

verificata una eccesiva espansione dei gas delle miscele utilizzate, tale da provocare la rottura della medesima confezione e pertanto si è stati costretti a limitare la T di pastorizzazione intorno a 55°C.
Per poter verificare la shelf life dei prodotti di V gamma si è misurata la crescita della CBT. Il valore limite accettabile per la CBT è di 1.000.000 UFC/g (Decr. Netherland n. 563/79 e dalla Delib. n. 5310/94 della G. Reg. Umbria). Ovviamente, tali valori devono essere considerati compatibilmente con i parametri relativi alle muffe che influenzano l'igienicità del prodotto.
Non essendoci limiti regolamentati per ciò che attiene il parametro nelle muffe, si è ritenuto opportuno considerare il valore di circa 1.000 UFC/g quale limite massimo.

POMODORI SEMIDRY CONDITI

I parametri chimici, microbiologici ed organolettici sono stati analizzati al tempo 0, ovvero al momento del confezionamento, al fine di verificare la qualità igienica dell'alimento subito dopo il processo di trasformazione; al tempo 10, ovvero dopo 10 giorni, ai tempi 20, 35, 45 e 70. Il prodotto è stato analizzato anche dopo l'apertura della confezione, ovvero, dopo due giorni e quattro giorni dall'apertura della confezione del tempo 10 e del tempo 35; al tempo 70 il prodotto è stato analizzato solo dopo due giorni dall'apertura.
Negli schemi di seguito vengono riportati i valori analitici riscontrati, alle diverse scadenze dei parametri analizzati:

Pomodori semidry conditi 30%CO2 70%Ar (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	1800	< 10	< 10	< 10	70,20	0.910	17.70	1.50	80.80
10	7000	< 10	< 10	< 10	69.00	0.912	25.80	0.70	73.50
1° Post apertura (dopo 2gg)	7.500	< 10	< 10	< 10	69.40	0.909			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	8.100	200	< 10	< 10	69.80	0.903			
20	9.200	< 10	< 10	< 10	70.90	0.939	18.20	0.90	80.90
35	55.000	100	200	400	69,40	0.881	15.00	0.90	84.10
1° Post apertura (dopo 2gg)	140.000	200	400	500	70.20	0.886			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	170.000	300	450	530	69.80	0.903			
45	71.000	200	300	< 10	70.00	0.843	23.70	0.70	75.60
70	91.000	300	300	< 10	62.08	0.851	21.90	1.50	76.60
1° Post apertura (dopo 2gg)	150.000	400	450	< 10	63.20	0.850			

Pomodori semidry conditi 30%CO2 70%N2O (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	760	< 10	< 10	< 10	66.90	0.905	25.70	2.30	72.00

10	1700	100	< 10	< 10	67.40	0.911	21.90	0.10	78.00
1° Post apertura (dopo 2gg)	3.300	200	100	< 10	68.00	0.922			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	4.000	300	250	< 10	67.00	0.921			
20	4.800	< 10	< 10	< 10	71.40	0.942	26.50	1.40	72.10
35	7500	< 10	< 10	< 10	70,70	0.894	16.50	1.30	82.20
1° Post apertura (dopo 2gg)	50.000	100	< 10	< 10	71.00	0.895			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	60.000	230	< 10	< 10	69.02	0.891			
45	55.000	< 10	< 10	300	70.60	0.842	27.10	1.20	71.70
70	84.000	< 10	< 10	300	63.20	0.853	21.90	2.50	75.60
1° Post apertura (dopo 2gg)	160.000	100	< 10	400	64.8	0.851			

Pomodori semidry conditi 30%CO2 70%N2 (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	820	< 10	< 10	< 10	61.40	0.901	18.90	0.20 %	80.90
10	7.800	< 10	< 10	< 10	90.15	0.948	29.00	1.00 %	70.00
1° Post apertura (dopo 2gg)	9.200	< 10	< 10	< 10	66.20	0.931			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	10.000	< 10	< 10	< 10	66.30	0.930			
20	16.000	< 10	< 10	< 10	70.00	0.940	21.60	0.70 %	77.70
35	17.000	< 10	< 10	< 10	70,20	0.900	17.40	0.00 %	82.60
1° Post apertura (dopo 2gg)	200.000	< 10	< 10	< 10	71.40	0.899			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	240.000	< 10	< 10	< 10	69.00	0.890			
45	22.000	< 10	< 10	< 10	69.80	0.845	21.20	1.00 %	77.80
70	40.000	< 10	< 10	< 10	62,00	0.856	20.70	1.30 %	78.00
1° Post apertura (dopo 2gg)	56.000	< 10	< 10	< 10	61.40	0.854			

Pomodori semidry conditi confezionata secondo gli standard produttivi dell’azienda partner (30%CO2 70%N2)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U (%)**	**Aw**	**CO_2 (%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	470	< 10	< 10	< 10	54,60	0.880	12.10	1.00	86.90
10	4.000	< 10	< 10	< 10	55.00	0.924	9.20	1.30	89.50
1° Post apertura (dopo 2gg)	6.000	400	< 10	< 10	56.20	0.926			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	7.000	600	< 10	< 10	56.00	0.920			
20	8.100	< 10	< 10	< 10	56.20	0.920	10.60	1.80	87.60
35	8.500	< 10	< 10	< 10	67.92	0.926	9.70	1.80	88.50
1° Post apertura (dopo 2gg)	9.900	100	< 10	< 10	67.70	0.920			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	10.200	230	< 10	< 10	67.00	0.918			
45	11.000	100	< 10	< 10	69.76	0.944	10.10	0.40	89.50
70	23.000	200	< 10	< 10	62.20	0.923	10.10	2.20	87.70
1° Post apertura (dopo 2gg)	28.000	400	< 10	< 10	62.10	0.925			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	34.000	600	< 10	< 10	60.10	0.920			

I pomodori semidry conditi, confezionati con la miscela 30%CO2 70% Ar presentano valori di CBT che tendono ad aumentare per tutto il periodo delle prove con una crescita più rapida dal 20° giorno. I valori di muffe, lieviti e Coliformi restano al di sotto di 10 UFC/g fino al 20° giorno della sperimentazione per poi aumentare.
Solo nella prima post apertura (dopo due giorni dall’apertura) del Tempo 10, i valori di muffe, lieviti e Coliformi restano al di sotto di 10 UFC/g; in tutte le altre post aperture i valori tendono ad aumentare.

Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati per tutto il periodo delle prove, infatti, il colore è tipico, il sapore gustoso e l’odore gradevole.

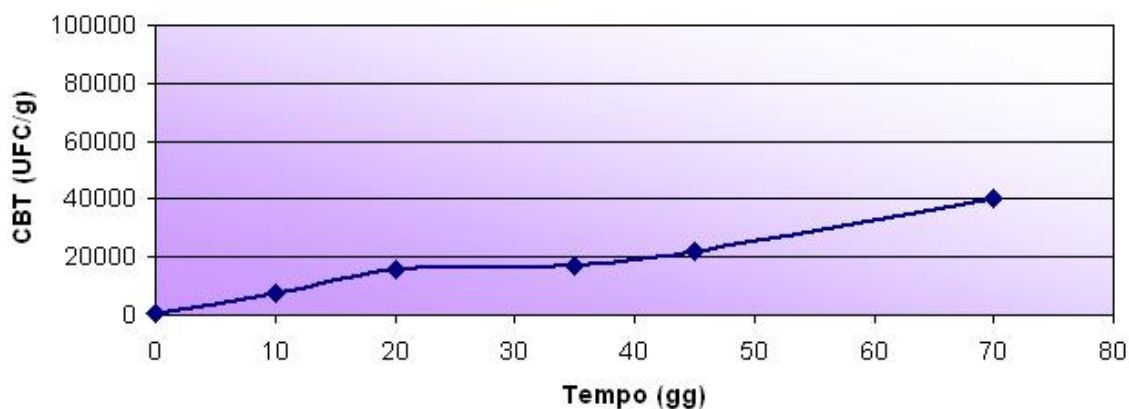
Nei grafici sottostanti sono riportati gli andamenti della crescita della CBT e delle muffe.

I pomodori semidry conditi, confezionati con la miscela 30%CO2 70 % N2O presentano valori di CBT, muffe, lieviti e coliformi che aumentano lentamente fino al 35° giorno per poi crescere bruscamente.
Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati, infatti, il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.

Di seguito è riportato l'andamento della CBT .

I pomodori semidry conditi, confezionati con la miscela 30% CO2 70% N2 presentano per tutta la durata della sperimentazione valori di muffe, lieviti e coliformi al di sotto di 10 UFC/g. I valori della CBT tendono ad aumentare in modo lineare sino al termine delle prove.
Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati: il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole

Di seguito è riportato l'andamento della CBT .

ANDAMENTO DELLA CRESCITA DELLA CBT
POMODORI SEMIDRY conditi - miscela 30%CO2-70%N2 packaging innovativo

I pomodori semidry conditi confezionati secondo gli standard produttivi dall'azienda partner e con la miscela 30% CO2 70% N2 presentano valori di lieviti e coliformi inferiori a 10 UFC/g per tutta la durata delle prove, mentre i valori delle muffe tendono ad aumentare dal 45° giorno.

I valori di CBT tendono ad aumentare in modo lineare per tutta la durata delle prove.
Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati: il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole

Riassumendo, si può affermare che tutte e tre le miscele hanno un buon effetto sulla conservazione dei prodotti infatti in tutti i casi si è raggiunta la shelf life desiderata di 70 giorni. I risultati analitici ottenuti mostrano che il binomio packaging innovativo e miscela 30%CO2 70%N2 dà dei risultati migliori. A differenza di tutti gli altri casi con questo binomio la crescita di muffe, lieviti e coliformi resta al di sotto di 10 UFC/g.

PEPERONI SEMIDRY GRIGLIATI

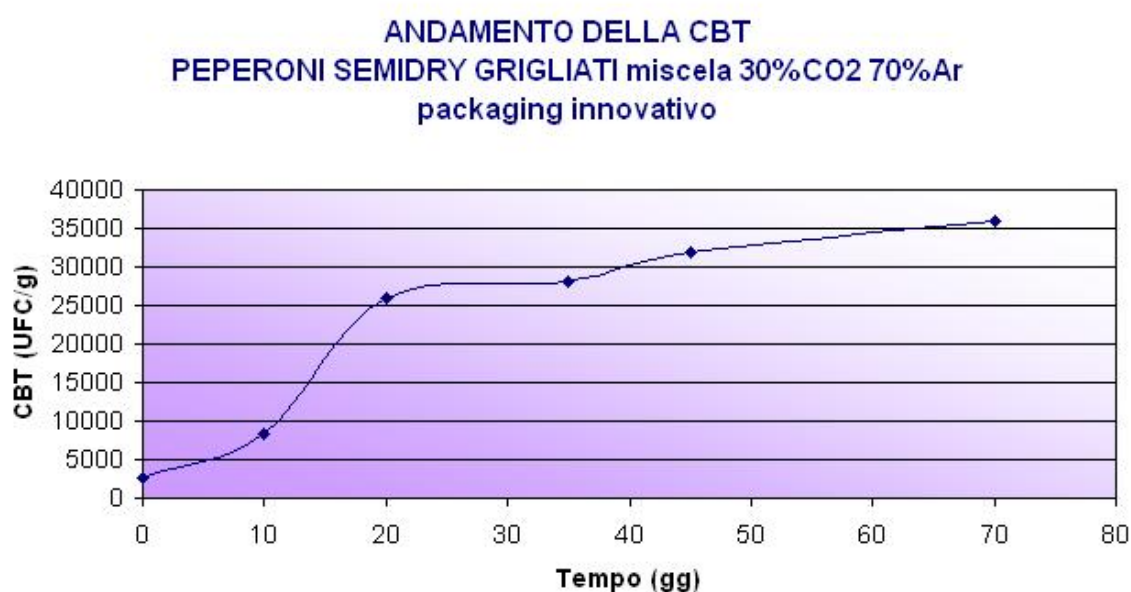
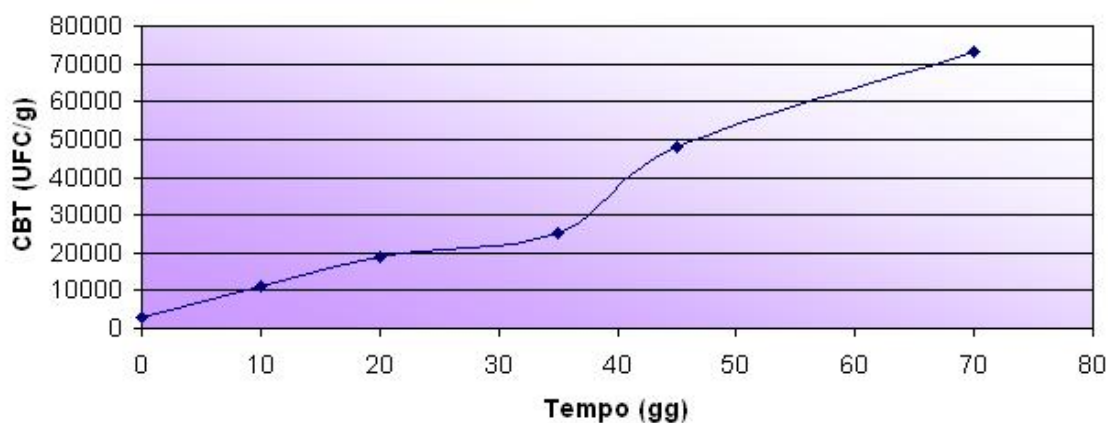
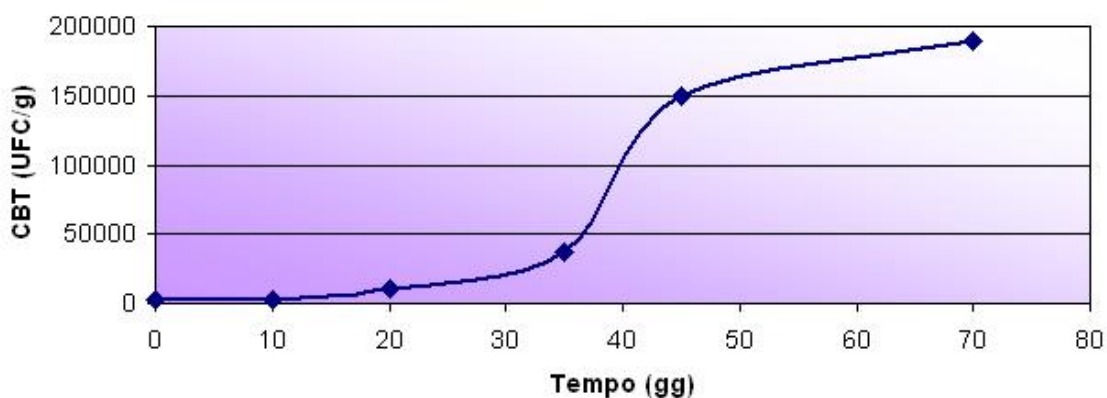
I parametri chimici, microbiologici ed organolettici sono stati analizzati al tempo 0, ovvero al momento del confezionamento, al fine di verificare la qualità igienica dell'alimento subito dopo il processo di trasformazione; al tempo 10, ovvero dopo 10 giorni, ai tempi 20, 35, 45 e 70. Inoltre, sono state previste delle analisi di post apertura per verificare, dopo l'apertura della confezione la durata del prodotto, mantenendo inalterate le condizioni di refrigerazione, igieniche di sicurezza e di qualità alimentare. Il prodotto è stato analizzato dopo due giorni e quattro giorni dall'apertura della confezione del tempo 10, del tempo 35 e del tempo 70.
Negli schemi di seguito vengono riportati i valori analitici riscontrati, alle diverse scadenze dei parametri analizzati:

Peperoni semidry conditi 30%CO2 70%Ar (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	2.600	< 10	< 10	< 10	86.80	0.952	28.90	0.70	70.40
10	8.300	< 10	< 10	< 10	90.15	0.948	29.00	1.00	70.00
1° Post apertura (dopo 2gg)	9.100	< 10	< 10	< 10	87.88	0.947			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	10.200	< 10	< 10	< 10	87.88	0.947			
20	26.000	< 10	< 10	< 10	89.76	0.950	29.50	0.50	70.00
35	28.000	< 10	100	< 10	87,90	0.922	27.80	1.00	71.20
1° Post apertura (dopo 2gg)	31.000	2.000	200	< 10	88.00	0.918			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	35.000	3.000	350	< 10	87.30	0.917			
45	32.000	2.000	500	< 10	88.66	0.940	27.40	0.80	71.80
70	36.000	2.200	700	< 10	87.13	0.915	21.80	2.20	76.00
1° Post apertura (dopo 2gg)	44.000	3.000	1.000	< 10	87.00	0.917			
2° Post apertura (dopo 4gg)	48.000	4.000	2.000	< 10	86.00	0.915			

Peperoni semidry conditi 30%CO2 70%N2O (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2 (%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	2.900	< 10	< 10	< 10	87.40	0.934	29.10	0.70	70.2 0
10	11.000	< 10	< 10	< 10	88.90	0.949	30.10	1.40	68.50
1° Post apertura (dopo 2gg)	13.000	< 10	< 10	< 10	87.60	0.932			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	14.000	< 10	< 10	< 10	87.00	0.931			
20	19.000	< 10	< 10	< 10	89.00	0.951	30.30	0.90	68.80
35	25.000	< 10	< 10	< 10	88,53	0.942	23.20	0.30	76.50
1° Post apertura (dopo 2gg)	34.000	200	< 10	< 10	88.10	0.936			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	36.000	300	< 10	< 10	87.10	0.934			
45	48.000	200	< 10	< 10	89.60	0.940	29.00	0.30	70.70
70	73.000	300	< 10	< 10	87.00	0.920	23.40	1.10	75.50
1° Post apertura (dopo 2gg)	87.000	500	< 10	< 10	86.95	0.915			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	90.000	700	< 10	< 10	85.95	0.916			

Peperoni semidry conditi 30%CO2 70%N2 (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	2.500	< 10	< 10	< 10	89.80	0.937	28.00	1.70	70.30
10	2.800	< 10	< 10	< 10	87.93	0.948	30.20	1.00	68.80
1° Post apertura (dopo 2gg)	3.100	< 10	< 10	< 10	86.16	0.937			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	4.500	< 10	< 10	< 10	85.00	0.931			
20	11.000	< 10	< 10	< 10	89.14	0.950	30.10	0.80	69.10
35	37.000	< 10	< 10	< 10	88,24	0.938	29.60	0.60	69.80
1° Post apertura (dopo 2gg)	73.000	< 10	< 10	< 10	88.07	0.934			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	76.000	< 10	< 10	< 10	88.00	0.933			
45	150.000	< 10	< 10	< 10	90.80	0.943	30.40	1.50	68.10
70	190.000	< 10	< 10	< 10	86.98	0.932	29.00	0.90	70.10

1° Post apertura (dopo 2gg)	210.000	< 10	< 10	< 10	88.28	0.920			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	250.000	< 10	< 10	< 10	88.00	0.919			

Dai dati analitici dei peperoni semidry grigliati confezionati con la miscela 30%CO2 70% Ar si nota che la CBT tende a crescere in modo rapido nei primi 20 giorni per poi rallentare. Muffe e lieviti assumono valori superiori a 10UFC/g rispettivamente dal 45° e dal 35° giorno. I valori dei coliformi restano al di sotto di 10 UFC/g per tutta la durata delle prove.
Per tutta la durata delle prove, anche in quelle di post apertura, i parametri organolettici rimangono invariati: il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.
Di seguito è riportato il grafico dell'andamento della crescita della CBT.

I dati analitici dei peperoni semidry grigliati confezionati con la miscela 30%CO2 70%N2O mostrano un andamento quasi lineare della crescita della CBT. Le muffe assumono valori superiori a 10UFC/g dal 45° giorno, mentre i valori di lieviti e coliformi restano al di sotto di 10 UFC/g.
Per tutta la durata delle prove, anche in quelle di post apertura, i parametri organolettici rimangono invariati, infatti, il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.
Di seguito è riportato il grafico dell'andamento della crescita della CBT.

L'andamento della crescita della CBT nei peperoni semidry grigliati, confezionati con il la miscela 30%CO2 70%N2 è molto lenta fino al Tempo 35, dopo si verifica un picco che porta i valori a 190.000,00 unità. Muffe, lieviti e coliformi restano costantemente al di sotto di 10 UFC/g.
Per tutta la durata delle prove, anche in quelle di post apertura, i parametri organolettici rimangono invariati, infatti, il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.
Di seguito è riportato il grafico dell'andamento della crescita della CBT.

In conclusione i migliori risultati di conservazione si ottengono con il binomio packaging innovativo e la miscela 30%CO2 70%Ar. Questa miscela, a parità di andamento nella crescita di muffe, lieviti e coliformi, presenta una crescita decisamente ridotta della CBT rispetto alle altre miscele.

PRODOTTI DI V GAMMA AL NATURALE

Nel diagramma di flusso riportato di seguito sono rappresentate le varie fasi di lavorazione a cui sono sottoposti tali prodotti.

ZUCCHINE AL NATURALE

I parametri chimici, microbiologici ed organolettici sono stati analizzati al tempo 0, ovvero al momento del confezionamento, al fine di verificare la qualità igienica dell'alimento subito dopo il processo di trasformazione; al tempo 10, ovvero dopo 10 giorni, ai tempi 20, 35, 45 e 70. Inoltre, sono state previste delle analisi di post apertura per verificare, dopo l'apertura della confezione la durata del prodotto, mantenendo inalterate le condizioni di refrigerazione, igieniche di sicurezza e di qualità alimentare. Il prodotto è stato analizzato dopo due giorni e quattro giorni dall'apertura della confezione

del tempo 10, del tempo 35 e del tempo 70.
Negli schemi di seguito vengono riportati i valori analitici riscontrati, alle diverse scadenze dei parametri analizzati:

Zucchine al naturale 30%CO2 70%Ar (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	1.200	< 10	< 10	< 10	91.70	0.929	28.60	0.90	70.50
10	9.100	< 10	< 10	< 10	91.92	0.936	29.50	0.60	69.90
1° Post apertura (dopo 2gg)	9.900	< 10	< 10	< 10	90.07	0.922			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	10.200	< 10	< 10	< 10	90.00	0.921			
20	29.000	< 10	< 10	< 10	92.43	0.922	29.50	0.50	70.00
35	32.000	< 10	< 10	< 10	92,84	0.906	29.80	1.10	69.10
1° Post apertura (dopo 2gg)	44.000	500	850	< 10	92.05	0.909			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	48.000	600	980	< 10	92.00	0.908			
45	45.000	600	900	< 10	91.62	0.921	28.80	1.10	70.10
70	390.000	600	950	200	91,47	0.888	25.90	1.40	72.70
1° Post apertura (dopo 2gg)	500.000	700	1000	300	91.40	0.890			
2° Post apertura (dopo 4gg)	700.000	850	1200	400	91.20	0.892			

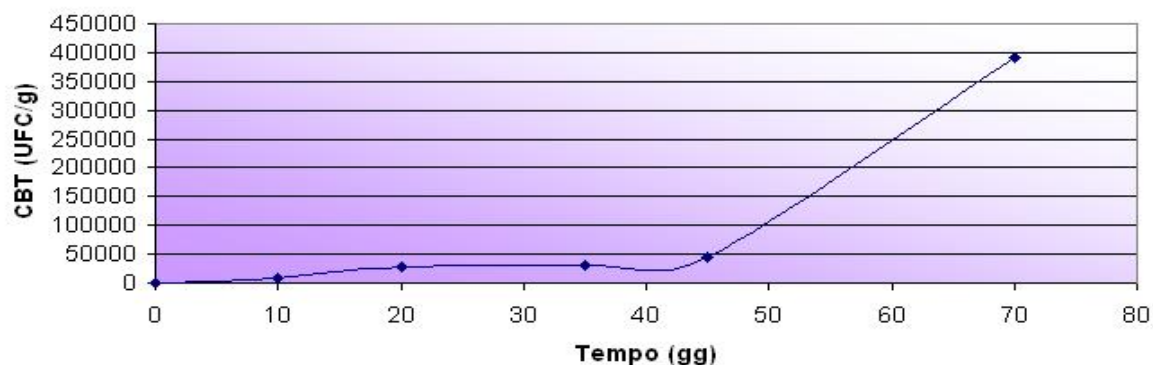
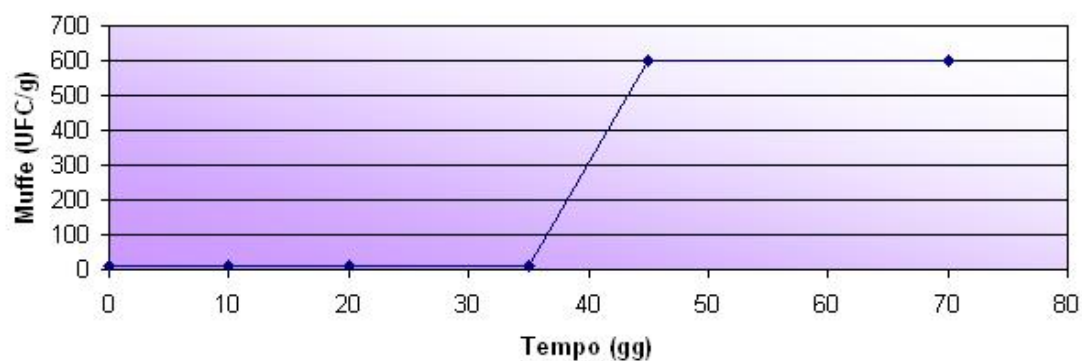
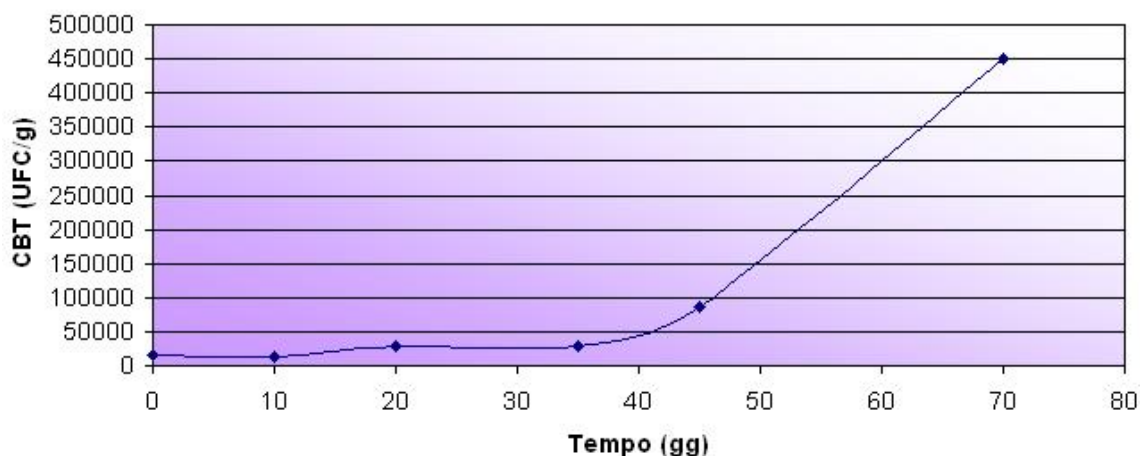
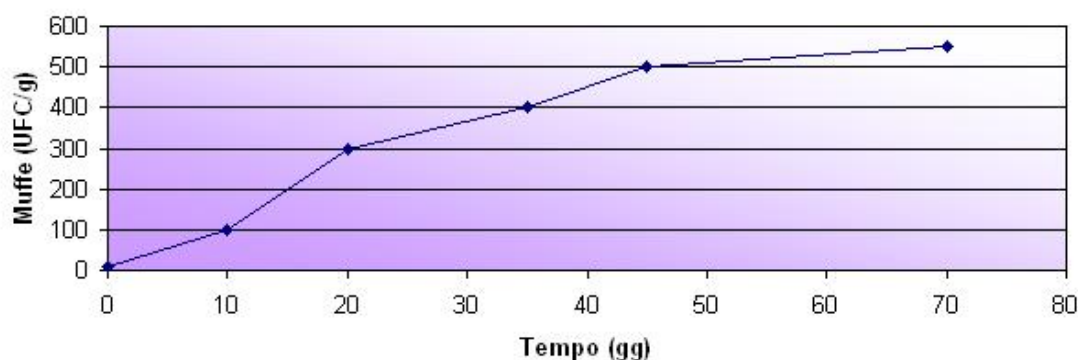
Zucchine al naturale 30%CO2 70%N2O (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2 (%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	15.000	< 10	< 10	< 10	92.44	0.927	29.70	1.30	69.00
10	14.000	100	< 10	< 10	92.35	0.941	30.00	0.90	69.10
1° Post apertura (dopo 2gg)	15.000	200	< 10	< 10	90.17	0.934			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	17.000	400	< 10	< 10	90.02	0.932			
20	28.000	300	< 10	< 10	91.47	0.930	29.29	0.60	70.11
35	29.000	400	< 10	< 10	92,92	0.926	30.30	1.20	68.50
1° Post apertura (dopo 2gg)	34.000	450	< 10	< 10	92.30	0.922			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	37.000	570	< 10	< 10	92.00	0.920			
45	86.000	500	< 10	< 10	93.55	0.935	29.80	1.30	68.90
70	450.000	550	250	200	91,40	0.914	21.50	0.20	78.30

1° Post apertura (dopo 2gg)	630.000	600	300	300	91.30	0.915			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	700.000	650	400	410	91.10	0.913			

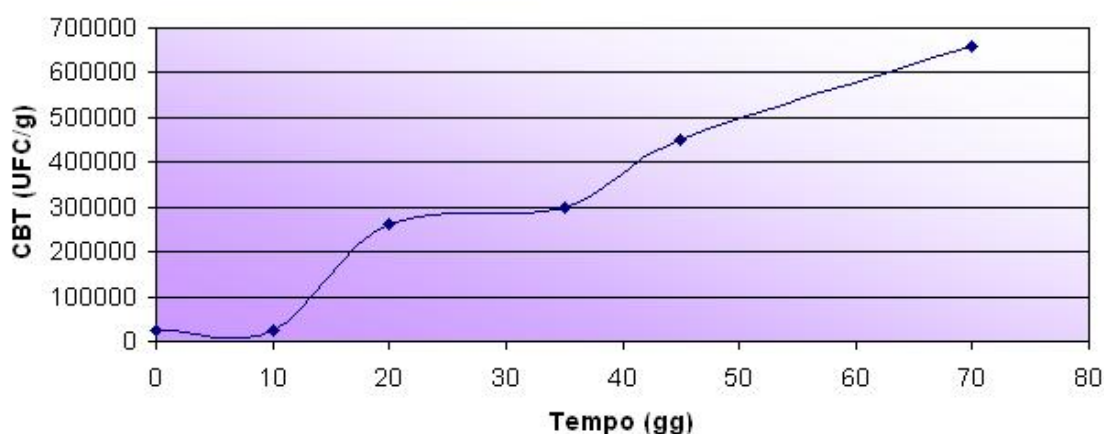
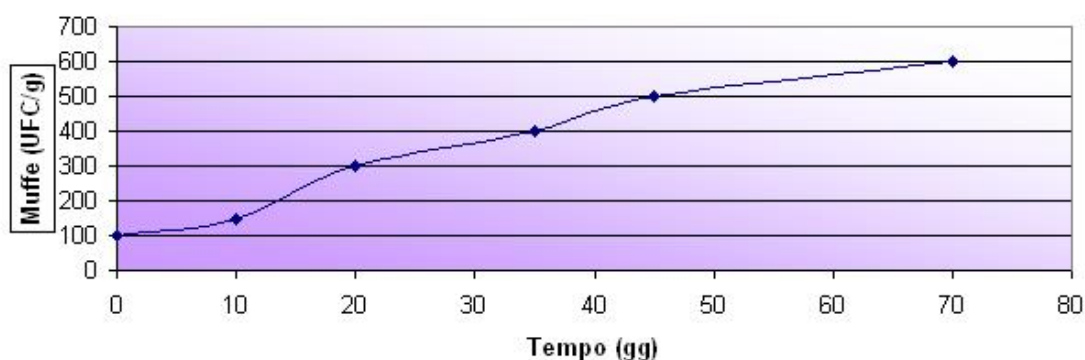
Zucchine al naturale 30%CO2 70%N2 (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	23.000	100	100	< 10	88.80	0.942	27.30	1.30	71.40
10	24.000	150	100	< 10	92.55	0.947	29.20	0.00	70.80
1° Post apertura (dopo 2gg)	25.000	200	120	< 10	92.00	0.951			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	28.000	300	140	< 10	92.00	0.941			
20	260.000	300	230	< 10	92.32	0.933	25.20	1.00	73.80
35	300.000	400	350	< 10	92,89	0.921	37.90	0.70	61.40
1° Post apertura (dopo 2gg)	390.000	450	400	< 10	92.41	0.920			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	470.000	560	500	< 10	93.41	0.919			
45	450.000	500	1200	< 10	90.80	0.943	30.20	0.40	69.40
70	660.000	600	2000	2700	91,34	0.917	28.90	1.00	70.10
1° Post apertura (dopo 2gg)	890.000	1000	2800	3200	91.29	0.917			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	920.000	1150	3700	3500	91.00	0.915			

Le zucchine al naturale confezionate con la miscela 30%CO2 70% Ar mostrano una crescita lenta della CBT sino al 45° giorno oltre il quale si ha un picco di crescita. I valori di lieviti e muffe restano al di sotto di 10 UFC/g sino al 35° mentre quelli dei coliformi sino al 45° giorno per poi aumentare in modo considerevole..

Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati per tutta la durata delle prove. Infatti, il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.

Di seguito è riportato l'andamento della crescita batterica e delle muffe.

Le zucchine al naturale confezionate con la miscela 30%CO2 70%N2O presentano valori di CBT che crescono lentamente sino al 45° giorno per poi aumentare velocemente.
I valori di lieviti e coliformi restano al di sotto di 10 UFC/g, quelli delle muffe aumentano già dalla seconda scadenza.
Per tutta la durata delle prove, anche in quelle di post apertura, i parametri organolettici rimangono invariati, infatti, il colore è tipico, il sapore gustoso e l’odore gradevole.
Di seguito è riportato il grafico dell’andamento della crescita della CBT e delle muffe.

Le zucchine al naturale confezionate con la miscela 30%CO2 70% N2 mostrano un'andamento della crescita pressoché costante per l'intera durata del test.
A differenza dello stesso prodotto confezionato con le altre miscele presenta già al tempo zero valori di muffe e lieviti al di sopra di 10 UFC/ g. I coliformi , invece, restano al di sotto di 10 UFC/g sino al 45°giorno. I valori elevati di muffe e lieviti già dal tempo zero fa presumere che ci sia stata una fonte di inquinamento o durante la fase di trasporto del prodotto dal luogo in cui avviene la produzione a quello in cui è stato effettuato il confezionamento da SAPIO, o durante la fase di confezionamento.
Di seguito è riportato il grafico dell'andamento della crescita della CBT.

-

-

Concludendo, si può affermare che, delle tre miscele impiegate per il confezionamento, le miscele costituite da 30%CO_2 70%N_2O e 30%CO_2 70%Ar esplicano un effetto di prolungamento della conservazione del prodotto nel tempo simile fino a 70 giorni. Esse esercitano un effetto conservativo efficace nel prodotto confezionato, riducendo ed inibendo la crescita microbiologica. A vantaggio della miscela contenente N_2O va l'andamento della crescita delle muffe che al 70° sembra stabilizzarsi intorno a valori di 600 UFC/g mentre, nella miscela contenente Ar dal 35° hanno una tendenza a crescere e superare tale valore. Tale riscontro, risulta anche nelle prove di post apertura, in quanto, l'effetto inibitorio residuo prodotto della miscela, legatasi ai costituenti delle zucchine al naturale consente una proliferazione contenuta della microflora aerobia.

MIX DI VERDURE AL NATURALE

I parametri chimici, microbiologici ed organolettici sono stati analizzati al tempo 0, ovvero al momento del confezionamento, al fine di verificare la qualità igienica dell'alimento subito dopo il processo di trasformazione; al tempo 10, ovvero dopo 10 giorni, ai tempi 20, 35, 45 e 70. Inoltre, sono state previste delle analisi di post apertura per verificare, dopo l'apertura della confezione la durata del prodotto, mantenendo inalterate le condizioni di refrigerazione, igieniche di sicurezza e di qualità alimentare. Il prodotto è stato analizzato dopo due giorni e quattro giorni dall'apertura della confezione del tempo 10, del tempo 35 e del tempo 70.

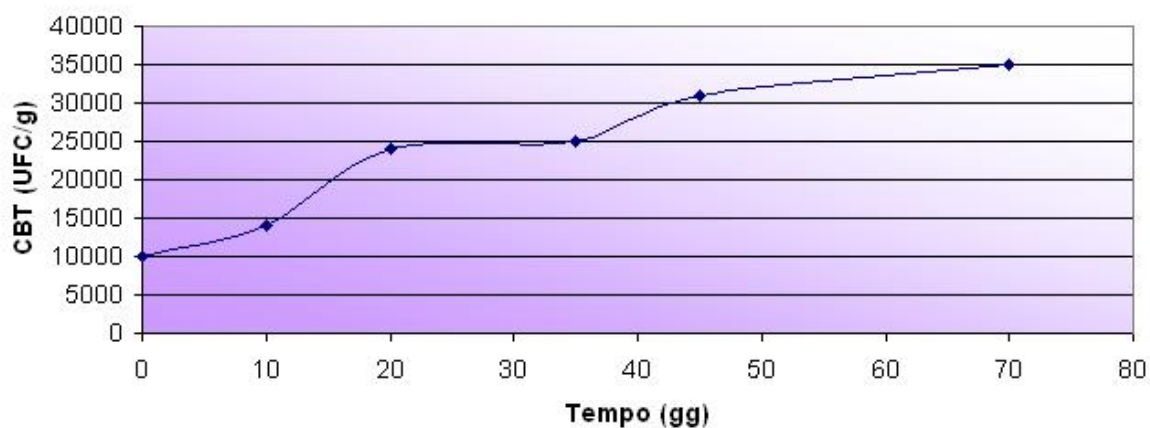
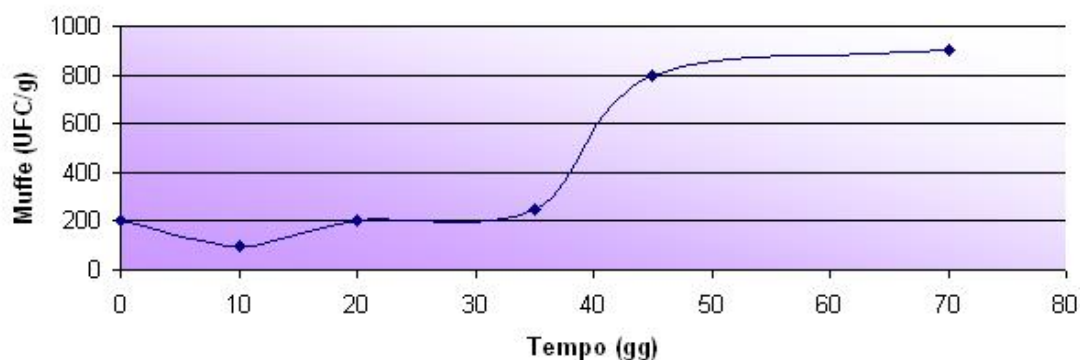
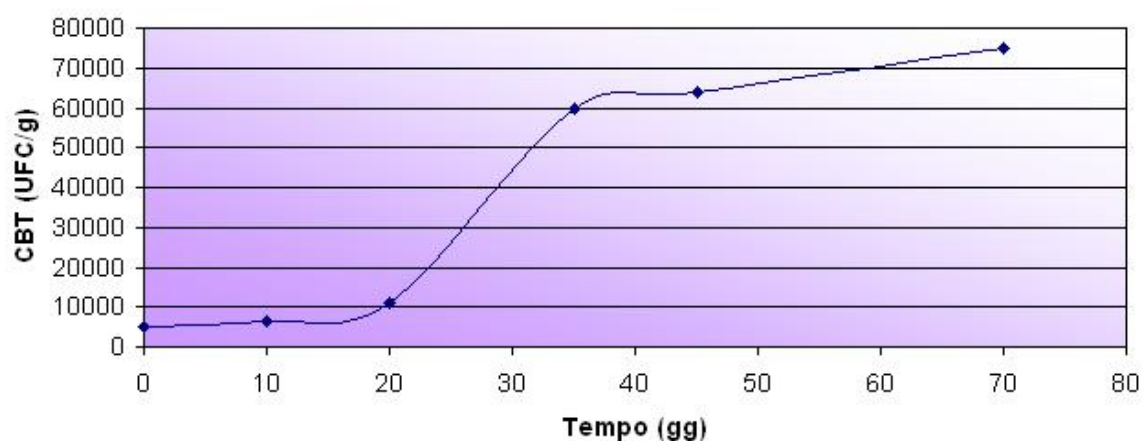
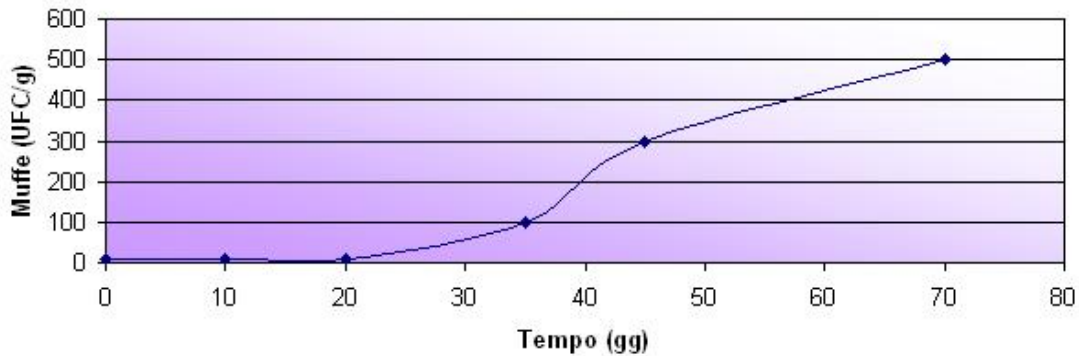
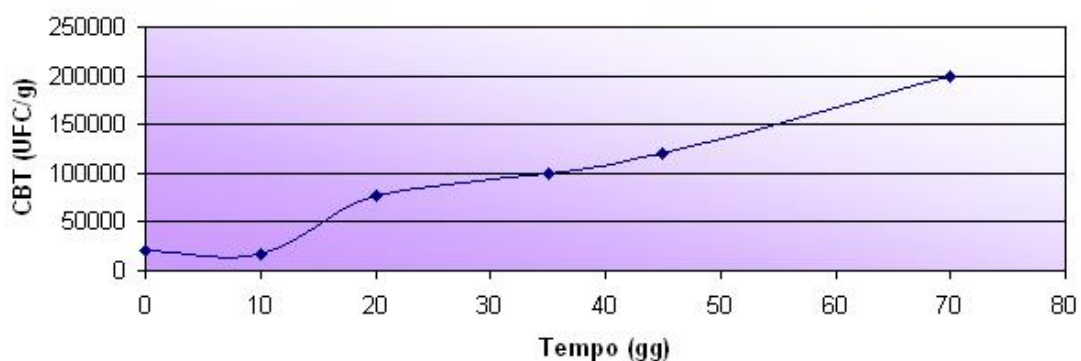
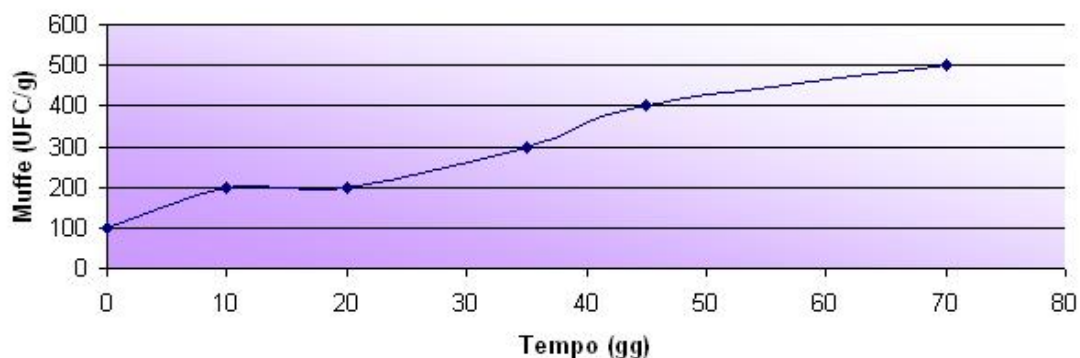
Negli schemi di seguito vengono riportati i valori analitici riscontrati, alle diverse scadenze dei parametri analizzati:

Mix di verdure al naturale 30%CO2 70%Ar (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	10.000	200	< 10	< 10	92.60	0.943	28.30	1.50	70.20
10	14.000	100	< 10	< 10	87.98	0.954	27.90	0.70	71.40
1° Post apertura (dopo 2gg)	16.000	600	< 10	< 10	86.53	0.923			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	18.000	700	< 10	< 10	87.07	0.942			
20	24.000	200	< 10	< 10	88.20	0.954	28.60	0.90	70.50
35	25.000	250	< 10	< 10	88,40	0.940	28.00	0.90	71.10
1° Post apertura (dopo 2gg)	28.000	300	< 10	< 10	88.10	0.937			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	30.000	400	< 10	< 10	87.00	0.933			
45	31.000	800	< 10	< 10	88.30	0.943	28.20	0.70	71.10
70	35.000	900	< 10	< 10	88,61	0.932	27.60	0.60	71.80
1° Post apertura (dopo 2gg)	48.000	1.100	< 10	< 10	88.50	0.932			
2° Post apertura (dopo 4gg)	52.000	1.300	< 10	< 10	88.00	0.928			

Mix di verdure al naturale 30%CO2 70%N2O (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2 (%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	4.900	< 10	< 10	< 10	87.20	0.933	29.50	2.00	68.50
10	6.600	< 10	< 10	< 10	88.67	0.949	29.80	0.70	69.50
1° Post apertura (dopo 2gg)	8.200	< 10	< 10	< 10	87.76	0.941			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	9.500	< 10	< 10	< 10	86.76	0.940			
20	11.000	< 10	< 10	< 10	86.91	0.955	29.80	0.00	70.20
35	60.000	100	< 10	< 10	89,08	0.937	30.10	0.60	69.30
1° Post apertura (dopo 2gg)	62.000	300	< 10	< 10	88.07	0.941			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	68.000	400	< 10	< 10	83.07	0.936			
45	64.000	300	< 10	< 10	88.73	0.944	29.90	0.30	69.80
70	75.000	500	< 10	< 10	88,40	0.934	30.70	0.90	68.40
1° Post apertura (dopo 2gg)	94.000	700	< 10	< 10	88.33	0.935			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	100.000	800	< 10	< 10	86.95	0.935			

Mix di verdure al naturale 30%CO2 70%N2 (Packaging innovativo)									
Tempo (gg)	**CBT (UFC/g)**	**Muffe (UFC/g)**	**Lieviti (UFC/g)**	**Coli Tot (UFC/g)**	**U(%)**	**Aw**	**CO_2(%)**	**O_2 (%)**	**Ar (%)**
0	20.000	100	100	< 10	86.90	0.935	30,80	1.20	68.00
10	16.000	200	150	< 10	89.6	0.952	30.20	1.10	68.70
1° Post apertura (dopo 2gg)	18.000	250	200	< 10	87.07	0.942			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	19.000	300	200	< 10	87.07	0.942			
20	78.000	200	250	< 10	88.16	0.950	29.60	0.50	69.90
35	100.000	300	300	< 10	86,88	0.938	30.60	0.80	68.60
1° Post apertura (dopo 2gg)	110.000	400	400	< 10	87.10	0.939			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	124.000	400	450	< 10	86.30	0.938			
45	120.000	400	400	< 10	87.18	0.943	24.70	1.70	73.60
70	200.000	500	1.100	< 10	88,53	0.931	28.80	1.20	70.00

1° Post apertura (dopo 2gg)	260.000	700	1.900	< 10	88.46	0.931			
2° Post apertura (dopo 4 gg)	300.000	800	2.100	< 10	87.46	0.930			

I mix di verdure al naturale confezionati con il 30%CO2 70%Ar presentano valori di CBT che tendono a crescere linearmente. I valori di lieviti e coliformi, invece restano, per tutta la durata delle prove, al di sotto di 10 UFC/g.
Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati; il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.
Di seguito è riportato l'andamento della crescita della CBT e delle muffe.

La crescita della CBT prodotti confezionati con 30%CO_2 70%N_2O presenta un gradino dal 20°al 30° giorno. I valori di lieviti e coliformi restano al di sotto di 10 UFC/g per tutta la durata delle prove a differenza dei valori delle muffe che aumentano dal 35° giorno.
Sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati; il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.
Di seguito è riportato l'andamento della crescita della CBT.

I prodotti confezionati con 30%CO2 70%N2 mostrano una crescita della CBT maggiore rispetto a quella riscontrata negli stessi prodotti confezionati con miscele differenti.
In questa prova anche i valori di muffe e lieviti sin dalle prime analisi mostrano valori più altri , rispetto alle precedenti prove; solo i valori di coliformi restano, per tutta la durata della sperimentazione, al di sotto di 10 UFC/g.
Nonostante ciò, sia nel prodotto confezionato che in quello aperto, i parametri organolettici rimangono invariati; il colore è tipico, il sapore gustoso e l'odore gradevole.
Di seguito è riportato l'andamento della crescita della CBT.

Dalla valutazione tecnico analitica dei campioni, si può affermare che tutte e tre le miscele, utilizzate per confezionare i mix di verdure al naturale hanno garantito una shelf life di 70 giorni. Tuttavia, la miscela contenente 30%CO2 70% N2O si è rilevata la più efficace, tenuto conto dei valori microbiologici riscontrati durante il periodo di conservazione, fino al settantesimo giorno. Tale miscela infatti, ha esplicato una migliore conservazione del prodotto nel tempo, esercitando un effetto conservativo efficace nel prodotto confezionato, riducendo ed inibendo la crescita microbiologica. Tale riscontro, risulta anche nelle prove di post apertura.

In conclusione i test hanno dimostrato un netto miglioramento delle condizioni microbiologiche di conservazione dei prodotti oggetto dello studio con l'utilizzo dei film innovativi e delle seguenti miscele innovative di gas.

PRODOTTO	**FILM INNOVATIVO**	**30% CO_2 70% Ar**	**30% CO_2 70% N_2O**	**30% CO_2 70% N_2**
pasta fresca (formato orecchiette)	OPA-SiOx 15 (*Ceramis CPA002*) / PP-EVOH(3µm)-PP 60 (*50600*)		**x**	
spiedini di focaccia	OPA-SiOx 15 (*Ceramis CPA002*) / PP-EVOH(3µm)-PP 60 (*50600*)	**x**		
pomodori semidry conditi	OPA-SiOx 15 (*Ceramis CPA002*) / PP cast 75 (*AXS*)			**x**
peperoni semidry grigliati	OPA-SiOx 15 (*Ceramis CPA002*) / PP cast 75 (*AXS*)	**x**		
zucchine al naturale	OPA-SiOx 15 (*Ceramis CPA002*) / PP cast 75 (*AXS*)		**x**	
mix di verdure al naturale	OPA-SiOx 15 (*Ceramis CPA002*) / PP cast 75 (*AXS*)		**x**	

Att. 2.2 (RI): *Studio sulle proprietà funzionali e strutturali dei materiali e sulla loro morfologia e composizione chimica per applicazioni di confezionamento ad elevate performances funzionali*

Conclusa

Att. 2.3 (RI): *Applicazione delle atmosfere modificate per la conservazione delle produzioni tipiche allo studio*
ICIMENDUE

Le bobine prodotte durante il semestre precedente sono state caratterizzate dal punto di vista funzionale allo scopo di validare le soluzioni ritenute più idonee all'utilizzo delle miscele di gas innovative e, naturalmente, alla macchinabilità ed alla corretta esecuzione del processo di confezionamento.
In tabella 1 sono mostrati i valori di COF degli accoppiati prodotti a confronto con i campioni di riferimento. Come è possibile osservare, i laminati prodotti risultano in linea con gli standard attuali di riferimento, ad eccezione degli accoppiati realizzati con i film di PET e PET-PVdC che presentano un valore di COF esterno più elevato.
In figura 1 sono poi mostrati i valori di saldatura ottenuti sui laminati prodotti. Come si può notare, gli accoppiati realizzati ricalcano gli stessi andamenti dei film standard per ciascuna tipologia di film, garantendo quindi condizioni di saldatura similari.
In tabella 2, sono presentati i risultati delle prove di gascromatografia effettuate con l'ausilio di un HP 6890 GC (figura 2) sui campioni di accoppiati prodotti. I valori ottenuti, sebbene inferiori a 20 mg/m^2, valore di soglia per la maggior parte degli imballaggi destinati al contatto con gli alimenti, risultano superiori al valore obiettivo prefissato (< 5 mg/m^2); questo a causa principalmente della elevata grammatura di adesivo applicata (>3 g/m^2), necessaria per resistere ai trattamenti termici successivi dell'imballo.
In tabella 3, sono riportate le permeabilità al vapor d'acqua, all'ossigeno ottenute per i campioni di film accoppiati, mentre in tabella 4 e figura 3 sono mostrate le permeabilità ai gas componenti le atmosfere modificate ricavate per gli stessi film. Come è possibile osservare, gli accoppiati prodotti mostrano proprietà barriera superiori a quelle misurate sui film standard. Tuttavia, i valori ottenunti di permeabilità al vapor d'acqua ed all'ossigeno non raggiungono ancora gli obiettivi prefissati di progetto (WVTR e OTR <1).
Per quanto riguarda le permeabilità ai gas costituenti le nuove atmosfere modificate degli accoppiati prodotti, non si osservano proprietà barriera migliori, ma anzi, in alcuni casi, risultano anche peggiori.

campioni	cof (int./int.)		cof (ex./ex.)	
	st.	ki.	st.	ki.
Film per pasta fresca	*0.25*	*0.20*	*0.31*	*0.26*
OPP-PVdC 32 / PP-EVOH(3µm)-PP 60	0.31	0.24	0.35	0.28
PA cast 20 / PP-EVOH(5µm)-PP 60	0.28	0.19	0.26	0.24
Top vaschetta	*0.24*	*0.22*	*0.27*	*0.19*
PET-PVdC 13 / PP cast 75	0.32	0.18	0.41	0.31
OPP-PVdC 32 / PP cast 75	0.29	0.22	0.35	0.28

Top vaschetta pelabile	*0.40*	*0.24*	*0.23*	*0.22*
OPP-PVdC 32 / PP pelabile 75	0.36	0.27	0.35	0.28
OPP-PVdC 32 / PE pelabile 60	0.40	0.3	0.35	0.28
Film per insaccati	*0.25*	*0.22*	*0.39*	*0.32*
PET-PVdC 13 / PE 45	0.28	0.25	0.41	0.31
PET 12 / PP-EVOH(5μm)-PP 60	0.30	0.26	0.40	0.37

Tabella 1

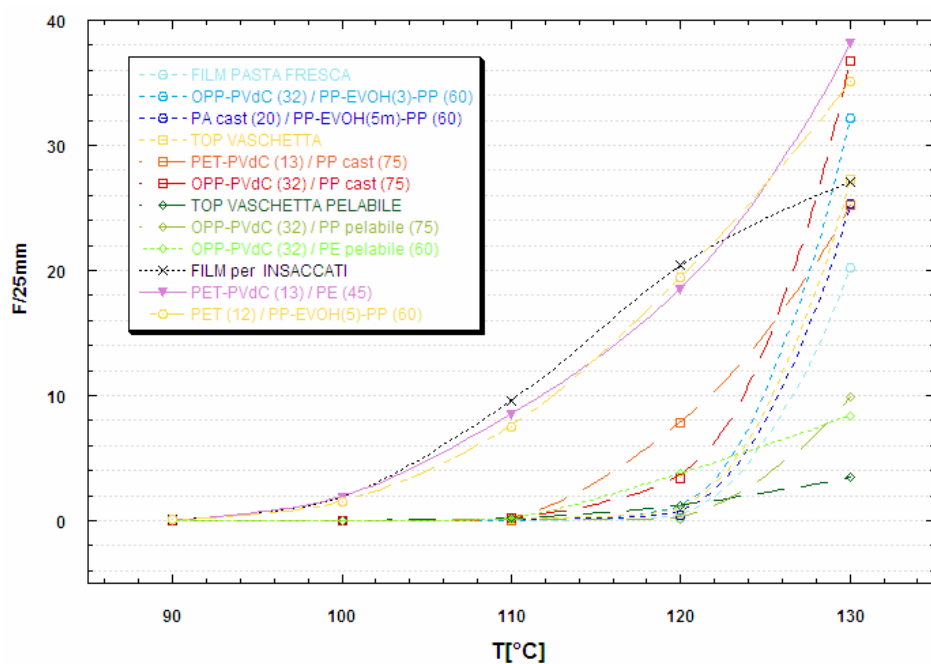



Figura 1

Figura 2

Residuo solvente [mg/m^2]

OPP-PVdC 32 / PP-EVOH(3µm)-PP 60	9,56
PA cast 20 / PP-EVOH(5µm)-PP 60	12,10
PET-PVdC 13 / PP cast 75	10,15
OPP-PVdC 32 / PP cast 75	12,73
OPP-PVdC 32 / PP pelabile 75	11,23
OPP-PVdC 32 / PE pelabile 60	12,56
PET-PVdC 13 / PE 45	14,19
PET 12 / PP-EVOH(5µm)-PP 60	11,14

Tabella 2

campioni	**WVTR (38°C, 90 R.H.) [g/(m^2*24h)]**	**OTR (23°C, 0 R.H.) [cm^3/(m^2*24h)]**
Film per pasta fresca	*6,3*	*3,4*
OPP-PVdC 32 / PP-EVOH(3µm)-PP 60	5,2	2,5
PA cast 20 / PP-EVOH(5µm)-PP 60	5,4	1,4
Top vaschetta	*5,5*	*53,8*
PET-PVdC 13 / PP cast 75	3,2	4,1
OPP-PVdC 32 / PP cast 75	4,8	21,3
Top vaschetta pelabile	*3,5*	*56,3*
OPP-PVdC 32 / PP pelabile 75	5,0	22,2
OPP-PVdC 32 / PE pelabile 60	7,3	20,4
Film per insaccati	*5,0*	*1,9*
PET-PVdC 13 / PE 45	5,1	7,8
PET 12 / PP-EVOH(5µm)-PP 60	5,5	1,3

Tabella 3

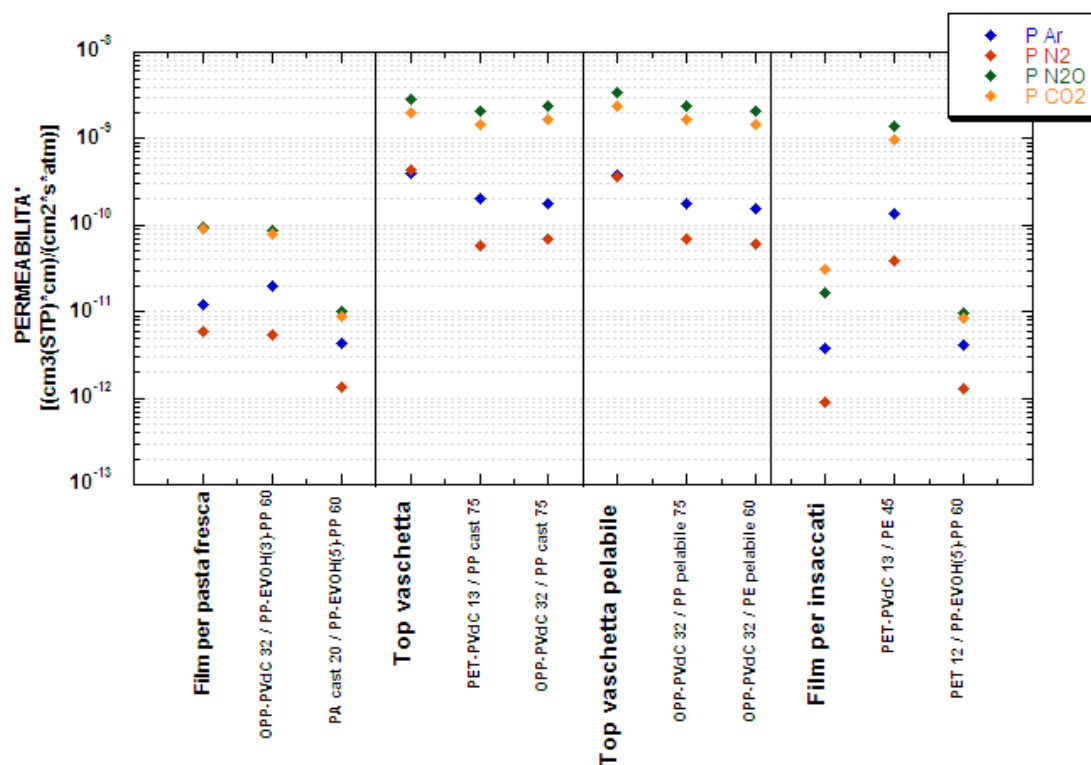



Figura 3

campione	P $((cm^3(STP)*cm)/(cm^2*s*atm))$						
	P_{Ar}	P_{N2}	P_{N2O}	P_{CO2}	P_{CO2}/P_{N2}	P_{CO2}/P_{Ar}	P_{CO2}/P_{N2O}
Film per pasta fresca	1.21E-11	6.02E-12	9.7E-11	9.28E-11	7.67E+00	1.54E+01	9.57E-01
OPP-PVdC 32 / PP-EVOH(3μm)-PP 60	1.96E-11	5.29E-12	8.53E-11	7.90E-11	1.49E+01	4.03E+00	9.26E-01
PA cast 20 / PP-EVOH(5μm)-PP 60	4.3E-12	1.34E-12	9.99E-12	8.74E-12	6.50E+00	2.03E+00	8.74E-01
Top vaschetta	4.00e-10	4.30e-10	2.80e-09	2.00e-09	5.00E+00	4.65E+00	7.14E-01
PET-PVdC 13 / PP cast 75	2.08E-10	5.73E-11	2.08E-09	1.48E-09	7.09E+00	2.57E+01	7.09E-01
OPP-PVdC 32 / PP cast 75	1.81E-10	6.9E-11	2.38E-09	1.69E-09	9.32E+00	2.45E+01	7.09E-01
Top vaschetta pelabile	3.75E-10	3.59E-10	3.39E-09	2.34E-09	6.24E+00	6.52E+00	6.90E-01
OPP-PVdC 32 / PP pelabile 75	1.81E-10	6.9E-11	2.38E-09	1.69E-09	9.32E+00	2.45E+01	7.09E-01
OPP-PVdC 32 / PE pelabile 60	1.57E-10	6E-11	2.08E-09	1.48E-09	9.40E+00	2.46E+01	7.11E-01
Film per insaccati	3.79E-12	8.86E-13	1.65E-11	3.16E-11	8.34E+00	3.57E+01	1.92E+00
PET-PVdC 13 / PE 45	1.39E-10	3.83E-11	1.4E-09	9.93E-10	7.14E+00	2.59E+01	7.10E-01
PET 12 / PP-EVOH(5μm)-PP 60	4.15E-12	1.30E-12	9.60E-12	8.40E-12	6.48E+00	2.03E+00	8.75E-01

Tabella 4

Att. 2.4 (RI): *Studio di nuovi sistemi di confezionamento ad elevate performances funzionali ICIMENDUE*

Sulla base dei risultati di barriera ottenuti nel semestre precedente, sono state definite le nuove strutture da realizzare riportate in tabella 5; come strato interno a contatto con l'alimento, sono stati presi in considerazione gli stessi film selezionati dell'attività 2.3.

Gli accoppiati di tabella 5 sono stati quindi realizzati in forma prototipale facendo uso di una macchina accoppiatrice SuperCombi 2000. Le nuove strutture di tabella 5 sono stati laminati accoppiando le superfici "trattate corona" dei diversi film ad una velocità di 200 m/min, utilizzando

l'adesivo 811A+ CatF, già impiegato nell'attività 2.3, con un grammatura di 4,0 g/m^2. La temperatura del forno della macchina accoppiatrice è stata impostata a 80°C per l'asciugatura del solvente residuo.
I laminati così prodotti sono stati poi tagliati con una taglierina Del Maglio al fine di ottenere bobine di fascia minore da provare direttamente sulle macchine confezionatrici.

Referenze	**Strutture attuali**	**Nuove strutture**
	film est / film int	film est / film int
Top vaschetta prodotti V gamma	OPA 15 / PP cast 75	OPA-SiOx 15 / PP cast 75
Top vaschetta pelabile prodotti V gamma	OPA 15 / PP cast 75 pelabile	OPA-SiOx 15 / PP pelabile 75
		OPA-SiOx 15 / PE pelabile 60
Pasta fresca	PA 20 / PP-EVOH-PP 60	OPA-SiOx 15 / PP-EVOH(3μm)-PP 60
Insaccati	PET 12 / PE-EVOH-PE 45	PET SiOx 12 / PE 45
		OPA SiOx 15 / PE 45

Tabella 5

Le bobine prodotte sono state quindi caratterizzate dal punto di vista funzionale allo scopo di verificare le soluzioni più idonee all'utilizzo delle miscele di gas innovative ed alla corretta esecuzione del processo di confezionamento.
In tabella 6 sono mostrati i valori di COF degli accoppiati prodotti a confronto con i campioni di riferimento. Come è possibile osservare, i laminati prodotti risultano in linea con gli standard attuali di riferimento, ad eccezione degli accoppiati realizzati con i film di PET e PET-SiOx che presentano un valore di COF esterno più elevato.
Per quanto riguarda le proprietà di saldatura degli accoppiati prodotti, queste risultano in linea con gli andamenti dei film standard per ciascuna tipologia di film, come già visto nell'attività 2.3.
In tabella 7, sono presentati i risultati delle prove di gascromatografia effettuate sui campioni di accoppiati prodotti. I valori ottenuti, sebbene inferiori a 20 mg/m^2, risultano superiori al valore obiettivo prefissato (< 5 mg/m^2); questo a causa principalmente della elevata grammatura di adesivo applicata (>3 g/m^2).

campioni	**cof (int./int.)**		**cof (ex./ex.)**	
	st.	**ki.**	**st.**	**ki.**
Film per pasta fresca	*0.25*	*0.20*	*0.31*	*0.26*
OPA SiOx 15 / PP-EVOH (3)-PP 60	0.31	0.24	0.37	0.30
PAcast 20 / PP-EVOH (5)-PP 60	0.28	0.19	0.26	0.24
Top vaschetta	*0.24*	*0.22*	*0.27*	*0.19*
OPA SiOx 15 / PPcast 75	0.32	0.18	0.32	0.25
PET PVdC 12 / PPcast 75	0.29	0.22	0.41	0.31
Top vaschetta pelabile	*0.40*	*0.24*	*0.23*	*0.22*
OPA SiOx 15 / PP pelabile 75	0.36	0.27	0.40	0.26
OPA SiOx 15 / PE pelabile antifog 60	0.40	0.3	0.34	0.23

Film per insaccati	*0.25*	*0.22*	*0.39*	*0.32*
PET SiOx 12 / PE 45	0.28	0.25	0.42	0.39
OPA SiOx 15 / PE 45	0.30	0.26	0.35	0.32

Tabella 6

Residuo solvente [mg/m^2]	
OPA SiOx 15 / PP-EVOH (3)-PP 60	12,34
OPA SiOx 15 / PPcast 75	11,03
OPA SiOx 15 / PP pelabile 75	10,74
OPA SiOx 15 / PE pelabile antifog 60	11,72
PET SiOx 12 / PE 45	9,89
OPA SiOx 15 / PE 45	10,94

Tabella 7

In tabella 8, sono riportate le permeabilità al vapor d'acqua, all'ossigeno ottenute per i campioni di film accoppiati, mentre in tabella 9 e figura 4 sono mostrate le permeabilità ai gas componenti le atmosfere modificate ricavate per gli stessi film. Come è possibile osservare, gli accoppiati prodotti mostrano proprietà barriera superiori a quelle misurate sui film standard. In particolare, è possibile individuare almeno una struttura, per ogni tipologia di prodotto, che possegga i valori obiettivo identificati nel capitolato di progetto sia al vapor d'acqua che all'ossigeno (WVTR e OTR <1). I laminati prodotti inoltre esibiscono permeabilità ai gas costituenti le nuove atmosfere modificate inferiori, in tutti i casi, a quelle degli imballi standard, non alterando l'ordine di grandezza dei rapporti di permeabilità tra i singoli gas costituenti le miscele.

campioni	**WVTR (38°C, 90 R.H.) [g/(m^2*24h)]**	**OTR (23°C, 0 R.H.) [cm^3/(m^2*24h)]**
Film per pasta fresca	*6,3*	*3,4*
OPA SiOx 15 / PP-EVOH (3)-PP 60	0,9	0,3
Top vaschetta	*5,5*	*53,8*
OPA SiOx 15 / PPcast 75	1,0	0,9
Top vaschetta pelabile	*3,5*	*56,3*
OPA SiOx 15 / PP pelabile 75	0,9	1,0
OPA SiOx 15 / PE pelabile antifog 60	5,7	1,3
Film per insaccati	*5,0*	*1,9*
PET SiOx 12 / PE 45	2,0	3,2
OPA SiOx 15 / PE 45	1,1	1,2

Tabella 8

campione	P ((cm^3(STP)*cm)/(cm^2*s*atm))						
	P_{Ar}	P_{N2}	P_{N2O}	P_{CO2}	P_{CO2}/P_{N2}	P_{CO2}/P_{Ar}	P_{CO2}/P_{N2O}
Film per pasta fresca	1.21E-11	6.02E-12	9.70E-11	9.28E-11	1.54E+01	7.67E+00	9.57E-01
OPA-SiOx 15/ PP-EVOH(3μ)-PP 60	1.46E-11	3.78E-12	5.8E-11	5.44E-11	1.49E+01	3.72 E+00	9.34E-01
Top vaschetta	4.00E-10	4.30E-10	2.80E-9	2.00E-9	4.65E+00	5.00E+00	7.14E-01
OPA-SiOx 15 / PP cast 75	3.00E-11	1.11E-11	4.10E-10	2.08E-10	1.87E+01	6.94E+00	5.08E-01
Top vaschetta pelabile	3.75E-10	3.59E-10	3.39E-09	2.34E-09	6.52E+00	6.24E+00	6.90E-01
OPA SiOx15 / PP pelabile 75	3.00E-11	1.11E-11	4.10E-10	2.08E-10	1.87E+01	6.94E+00	5.08E-01
OPA+SiO$_X$ / PE	2.50E-11	9.29E-12	3.42E-10	1.74E-10	1.87E+01	6.94E+00	5.07E-01
Film per insaccati	3.79E-12	8.86E-13	1.65E-11	3.16E-11	3.57E+01	8.34E+00	1.92E+00
PET SiOx 12/PE 45	5.70E+01	2.23E-12	6.12E-13	1.34E-11	1.60E-11	2.61E+01	7.17E+00
OPA SiOx 15/ PE 45	6.00E+01	2.00E-12	7.43E-13	1.74E-11	1.39E-11	1.87E+01	6.95E+00

Tabella 9

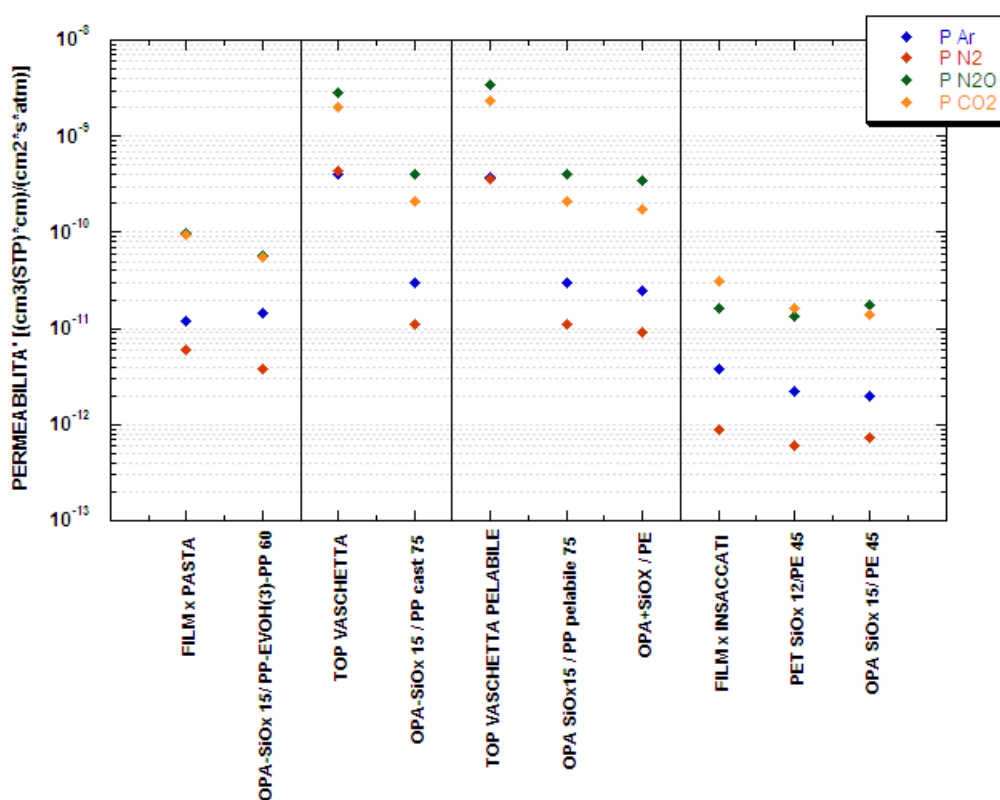



Figura 4

Sulla base delle caratterizzazioni effettuate sugli accoppiati realizzati in forma prototipale sono state quindi selezionate le strutture mostrate in tabella 10, ritenute più adatte alla sostituzione degli attuali imballi per l'impiego delle nuove atmosfere modificate.

Referenze	Strutture attuali	Nuove strutture
	film est / film int	film est / film int
Top vaschetta prodotti V gamma	OPA 15 / PP cast 75	OPA-SiOx 15 / PP cast 75
Top vaschetta pelabile prodotti V gamma	OPA 15 / PP cast 75 pelabile	OPA-SiOx 15 / PP pelabile 75
Pasta fresca	PA 20 / PP-EVOH-PP 60	OPA-SiOx 15 / PP-EVOH(3µm)-PP 60
Insaccati	PET 12 / PE-EVOH-PE 45	OPA SiOx 15 / PE 45

Tabella 10

Le strutture finali sono state quindi realizzate su scala industriale, ottimizzando i parametri di processo risultati più critici durante la prima fase prototipale. Infatti, è stato necessario effettuare una serie di test preliminari prima di riuscire ad ottenere accoppiati con valori in linea con gli obiettivi preposti da capitolato tecnico. In particolare, la necessità di accoppiare film che richiedono quantitativi di colla maggiori di circa il 50% rispetto alle grammature tradizionali ha reso necessario effettuare una serie di interventi correttivi di seguito riassunti:

- aumento della temperatura in ingresso della cappa di asciugamento per permettere la completa evaporazione del solvente;
- aumento della percentuale di aria pulita in ricircolo per aumentare lo scambio termico e l'evaporazione dei solventi;
- valori di pretensionamento dei film primari e secondari: la modifica delle temperature delle cappe ha reso necessario la variazione ed opportuna regolazione delle forze di tensionamento dei film al fine di evitare effetti di "curling" sulle bobine ultimate;
- modifica ricette adesivi/indurente: tali rapporti non sono lineari con la quantità in massa di adesivo ma devono essere opportunamente verificati al fine di ottenere un laminato che non risulti troppo rigido.

La regolazione di tali parametri ha permesso di ottenere i risultati di residuo solvente riportati in tabella 11, in linea con l'obiettivo prefissato (< 5 mg/m^2).
Le bobine così prodotte sono state infine verificate dal punto di vista della macchinabilità, restituendo i valori già ottenuti durante la fase preliminare, e tagliate nelle fasce opportune per essere provate sulle linee di confezionamento di Ortroreale e Villani.

Residuo solvente [mg/m^2]	
OPA SiOx 15 / PP-EVOH (3)-PP 60	4,23
PAcast 20 / PP-EVOH (5)-PP 60	2,41
OPA SiOx 15 / PPcast 75	1,55
PET PVdC 12 / PPcast 75	5,01
OPA SiOx 15 / PP pelabile 75	0,90
OPA SiOx 15 / PE pelabile antifog 60	0,21
PET SiOx 12 / PE 45	4,28
OPA SiOx 15 / PE 45	3,67

Tabella 11

Infine, sono state effettuate prove di confezionamento al fine di poter effettuare le prove di shelf life (ad opera di Sapio) con gli accoppiati prodotti impiegando le nuove atmosfere modificate oggetto della ricerca. Le prove di confezionamento sono state effettuate utilizzando una macchina pilota della Sapio (figura 5 e 6), con la quale è stato possibile mettere a punto le condizioni di saldatura dei diversi film prodotti su vaschetta.

Figura 5

Figura 6

Studio film biodegradabili idonei all'applicazione e problematiche di processo

La biodegradazione avviene quando un materiale è degradato fino a divenire anidride carbonica, acqua, sali minerali o, eventualmente, altre molecole di basso peso molecolare, ad opera di microrganismi o comunque per un'azione biologica. Tuttavia, il termine biodegradabile di per sé è privo di significato, in quanto comprende sia processi velocissimi che processi che hanno tempi geologici. Il termine non comprende in se né la promessa di una biodegradazione totale né di una biodegradazione veloce. Pertanto, il termine da solo non basta assolutamente, potendo essere

soggetto ad interpretazioni del tutto soggettive. La standardizzazione invece consente di fissare tempi, percentuali di degradazione e metodi da allestire per misurare la biodegradazione.

Il metodo di prova ISO 14855 (Determination of the ultimate aerobic biodegradability and disintegration of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide) è adottato universalmente per misurare la biodegradazione delle plastiche ed in genere dei materiali solidi in condizioni di compostaggio (è identico alla norma europea EN 14046). E' un metodo respirometrico che si basa sulla determinazione della CO2 prodotta dal materiale in studio quando messo a contatto con del compost. Il compost ha la funzione di matrice solida, di inoculo di microrganismi termofili e di fonte di nutrienti. La mistura plastica-compost viene mantenuta ad alta temperatura (58°C), in condizioni aerobiche ad un opportuno livello di umidità. Vengono cioè simulate le condizioni tipiche del compostaggio che, come noto, è una fermentazione in stato solido, termofila, aerobica. Il livello di accettazione è fissato al 90% da raggiungere in meno di 6 mesi. La norma europea generale di riferimento sull'argomento è la EN 13432 "Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione", adottata in Italia come UNI EN 13432. Questa comprende a sua volta la ISO 14855 riguardante la biodegradabilità dei materiali plastici.

In linea teorica, tutti i materiali biosintetici (come quelli cellulosici, derivati dall'amido, PLA, PCL, PVOH) sono biodeteriorabili e biodegradabili mentre quelli ottenuti per sintesi chimica (come quelli plastici) non lo sono, o meglio, mostrano ciò che si definisce recalcitranza all'attacco microbico. Le cause principali della recalcitranza sono:

- l'elevato peso molecolare (il massimo peso molecolare metabolizzabile da organismi viventi è dell'ordine di 500 mentre il peso molecolare medio di film plastici industriali può variare da 10000 a 100000);
- la presenza di gruppi terminali non idonei all'attacco enzimatico;
- l'idrofobia che impedisce l'assorbimento di acqua e quindi la creazione di quelle condizioni di umidità relativa indispensabili alle specie microbiche;
- l'impedimento sterico dovuto alle ramificazioni delle macromolecole;
- la presenza di additivi o componenti minori con caratteristiche antimicrobiche.

Un comune polipropilene coestruso risulta assolutamente non biodegradabile, rispondendo in pieno ai primi 3 punti sopraelencati. Il tempo di biodegradazione per questo film può essere anche dell'ordine delle centinaia di anni.

Negli ultimi anni, il mondo della ricerca si sta dedicando allo sviluppo di materiali biodegradabili in grado di tutelare e proteggere l'ambiente. In tal senso, sembrano molto promettenti nella preparazione di film anche le proteine sia di origine vegetale che animale (glutine di frumento, il collagene, le proteine del siero del latte). I film a base di proteine hanno, generalmente, proprietà meccaniche e di barriera al vapor d'acqua più scadenti rispetto ai film sintetici. Sono però efficienti barriere per i gas, oli e grassi; possono pertanto essere utilizzati in numerosi sistemi alimentari per minimizzare il deterioramento dei cibi e quindi estenderne la loro shelf life. Il problema della sensibilità all'acqua potrebbe comunque essere risolto realizzando un multistrato di proteine termoplastiche con poliesteri biodegradabili idrofobi come il PCL. L'utilizzo di polimeri biodegradabili di origine naturale è quindi tutt'altro che scontato: la produzione di polimeri naturali avviene con processi (sicuramente non ancora ottimizzati) i quali richiedono grosse quantità di energia, maggiori sicuramente dell'energia necessaria a produrre una plastica tradizionale.

Ad oggi, l'utilizzo di materiali biologici e rinnovabili per la produzione di imballaggi è ancora molto limitato. Attualmente, infatti, i cosiddetti biopolimeri non sono ancora in grado di incontrare gli stessi standard consolidati dei materiali tradizionalmente utilizzati. I limiti prestazionali che finora ne hanno limitato la diffusione sono essenzialmente tre: performance, processabilità e costi. I biopolimeri più comunemente disponibili sono estratti da fonti naturali, vegetali o animali. In generale, questi polimeri sono, per natura, idrofili e talvolta cristallini, caratteristiche che determinano scarse proprietà barriera (soprattutto al vapore acqueo) e meccaniche in termini di resistenza e rigidità. L'elevata sensibilità all'umidità poi unita al carattere eccessivamente

termoretraibile ne rendono difficile la loro processabilità. Infine, i biopolimeri presentano ancora costi molto elevati, essenzialmente a causa delle basse capacità produttive e reperibilità delle materie prime. Nonostante i progressi fatti in fase di ricerca nell'ambito dei biopolimeri, restano dunque aperte alcune grandi questioni: una scelta ancora piuttosto limitata di materiali, prestazioni non ancora equivalenti a quelle delle materie plastiche di derivazione petrolchimica, la carenza di standard di definizioni e di prove.

Esistono già sul mercato alcune soluzioni di packaging quali etichette, sacchetti, contenitori per i prodotti freschi che utilizzano materiali ecocompatibili quali PLA, PVOH, PHA, ecc., ma il loro utilizzo è comunque marginale e limitato ad applicazioni in monomateriale. Essenzialmente, non ci sono ancora vantaggi economici/tecnici (a parte quelli ambientali) che possono spingere verso la sostituzione dei materiali tradizionali con quelli ecocompatibili, se non per ragioni di marketing, differenziandosi dalla concorrenza, e pressante richiesta della grande distribuzione per aggraziarsi le simpatie del consumatore.

Di seguito sono presentati alcuni tra i principali biopolimeri che si intendono impiegare in tale progetto.

Il PLA è un biopolimero derivante dall'amido di mais, completamente biodegradabile e compostabile secondo norma EN13432. Resiste ad una temperatura massima di 55°C. E' perfettamente trasparente e viene utilizzato già per la produzione di bicchieri con caratteristiche estetiche e meccaniche simili al polistirolo ma, data la sua scarsa resistenza alle alte temperature, adatti solo a bevande fredde.

Un nuovo biopolimero ricavato da materie prime rinnovabili come l'amido di mais (ma con un procedimento differente rispetto al PLA) è sicuramente il Mater-Bi: esso si presenta in forma di granulo e può essere lavorato secondo le più comuni tecnologie di trasformazione, per produrre prodotti bioplastici dalle caratteristiche equivalenti alle plastiche tradizionali ma perfettamente biodegradabili e compostabili secondo norma EN13432. L'amido è presente in natura in forma cristallina con molecole lineari (amilosio) e ramificate (amilopectina). Partendo dalla rottura della struttura originaria dell'amido (destrutturazione) i ricercatori sono riusciti a ricreare un nuovo ordine sovramolecolare attraverso la formazione di complessi tra l'amilosio e molecole naturali o di sintesi. Questi complessi creano un nuovo ordine cristallino aumentando la resistenza all'acqua e cambiando le proprietà meccaniche dell'amido originale, senza modificarne la struttura chimica e potendone graduare le caratteristiche.

Infine, va ricordata la polpa di cellulosa. Questa è un composto di origine vegetale realizzata con fibre vergini di scarto dalla lavorazione della canna da zucchero e del bambù ed è quindi biodegradabile e compostabile al 100% secondo norma EN13432. Alcuni prodotti realizzati in polpa di cellulosa (es. stoviglie usa e getta quali piatti, bicchieri,) sono stati resi impermeabili, anche accoppiandoli con il Mater-Bi e possono quindi contenere cibi e liquidi, sono resistenti al calore (temperatura massima di 200°C) e possono essere utilizzati anche in forno tradizionale e microonde. La polpa di cellulosa è quindi un composto ecologico perché deriva da materiale vegetale, perché si biodegrada completamente, e perché per la sua realizzazione vengono utilizzati gli scarti di produzione che altrimenti andrebbero al macero.

In tale progetto ci si è proposti di realizzare un sistema multistrato biodegradabile per imballaggio alimentare superando le problematiche tecniche prestazionali con la tecnica dell'accoppiamento, con la quale è possibile combinare in maniera opportuna più materiali dalle diverse caratteristiche funzionali, realizzando un struttura multistrato dalle migliorate proprietà meccaniche e di barriera.

A partire dallo screening effettuato sui substrati biodegradabili potenzialmente utilizzabili per l'applicazione in studio, sono stati selezionati e caratterizzati dal punto di vista funzionale i seguenti film biodegradabili:

- PLA-SiOx da 20 μm
- Cellophane da 22 μm
- MaterBi da 70 μm

In tabella 12 sono proposte le permeabilità al vapor d'acqua e all'ossigeno per questi tre film. Come si nota, il MaterBi non possiede alcun effetto barriera, mentre il film di PLA con deposito di SiOx ed il cellophane mostrano buone proprietà barriera al vapor d'acqua ed all'ossigeno rispettivamente. Tuttavia, le buone proprietà di saldatura esibite dal film di MaterBi (tabella 13) fanno sì che esso possa essere impiegato come strato interno a contatto con l'alimento in accoppiamento. Sulla base di ciò, sono stati quindi realizzati i seguenti laminati:

- PLA-SiOx 12 / MaterBi 70
- Cellophane 22 / MaterBi 70

utilizzando sia un adesivo poliuretanico bicomponente a base solvente tradizionale che un adesivo monocomponente biodegradabile, sempre a base solvente. Per le loro caratteristiche meccaniche, tali accoppiati possono essere confrontati con il riferimento dell'imballo per pasta fresca, presentando saldatura su se stesso (interno su interno) e non elevata rigidezza dell'imballo.

Film	**Spessore (μm)**	**WVTR (38°C, 90 R.H.) [g/(m^2*24h)]**	**OTR (23°C, 0 R.H.) [cm^3/(m^2*24h)]**
PLA-SiOx	20	14.3	31.2
Cellophane	22	92.0	0.4
MaterBi	70	> 1000	> 10000

Tabella 12

T (°C)	**Forza media ($N/_{25mm}$)**	**Forza max ($N/_{25mm}$)**
55	0,001	0,005
60	0,003	0,037
65	0,490	1,100
70	3,987	5,298
75	7,315	7,612
80	stiro film	-

Tabella 13

La produzione degli accoppiati biodegradabili è risultata alquanto complessa ed ha richiesto un serie preliminare di prove, in quanto i film in questione hanno proprietà termo-meccaniche di gran lunga inferiori ai film plastici convenzionalmente impiegati nell'imballaggio flessibile. Infatti, tutti e tre i film non possono subire temperature superiori ai 60°C nel forno per l'asciugatura del solvente dell'adesivo, pena restringimento della fascia di stampa del film. Inoltre, i tiri sui film, specie sul MaterBi, devono risultare particolarmente bassi, altrimenti si ottiene nuovamente una strizione del film. In tale maniera, l'asciugatura del solvente residuo risulta difficoltosa e solo velocità basse di laminazione (< 150-120 m/min) hanno permesso di ridurre il residuo solvente (< 20 mg/m^2), non diminuendo la grammatura di adesivo da applicare necessaria al fine di ottenere una buona resistenza alla delaminazione degli accoppiati (> 1 N/25mm). Per realizzare tali accoppiati sono stati impiegati sia un adesivo tradizionale di sintesi (FP44) come riferimento che un adesivo biodegradabile a base di PLA, entrambi a base solvente di acetato di etile.

Le bobine prodotte sono state quindi caratterizzate dal punto di vista funzionale allo scopo di verificarne l'idoneità all'applicazione oggetto dello studio.
In tabella 14, sono riportate le permeabilità al vapor d'acqua, all'ossigeno ottenute per i campioni di film accoppiati, mentre in tabella 15 e figura 7 sono mostrate le permeabilità ai gas componenti le atmosfere modificate ricavate per gli stessi film. Come atteso, le barriere ottenibili con i film biodegradabili risultano di molto inferiori a quelle dell'accoppiato standard sintetico di riferimento; dai dati ottenuti, comunque, non si esclude di poter ulteriormente aumentare la barriera utilizzando magari i film biodegradabili in accoppiati triplex. A questo va comunque aggiunto che le difficoltà di accoppiamento incontrate ed i costi attuali dei prodotti biodegradabili inducono ad astenersi da questa soluzione. Tuttavia, il beneficio ambientale ottenuto nell'aver realizzato un imballo 100% biodegradabile conferisce un notevole valore aggiunto al laminato prodotto, il quale rappresenta un caso già industrializzabile per applicazioni meno spinte o critiche.

campioni	**WVTR (38°C, 90 R.H.) [g/(m^2*24h)]**	**OTR (23°C, 0 R.H.) [cm^3/(m^2*24h)]**
Film per pasta fresca	*6,3*	*3,4*
Cellophane / Mater Bi	298	1,67
PLA SiOx / Mater Bi	61,3	139

Tabella 14

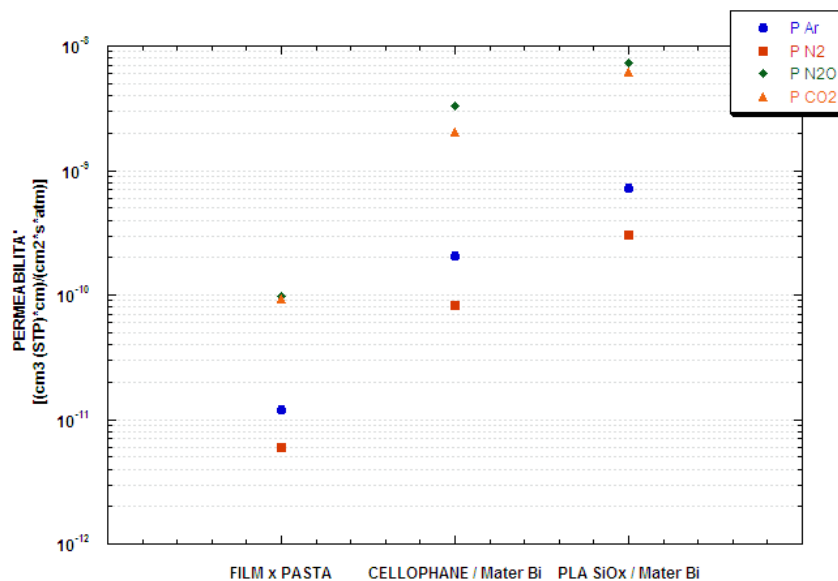



Figura 7

campione	**P ((cm^3(STP)*cm)/(cm^2*s*atm))**						
	P_{Ar}	**P_{N2}**	**P_{N2O}**	**P_{CO2}**	**P_{CO2}/P_{N2}**	**P_{CO2}/P_{Ar}**	**P_{CO2}/P_{N2O}**
Film per pasta fresca	*1.21E-11*	*6.02E-12*	*9.70E-11*	*9.28E-11*	*1.54E+01*	*7.67E+00*	*9.57E-01*
Cellophane / Mater Bi	2.0E-10	8.0E-11	3.0E-09	2.0E-09	2.51E+01	1.00E+01	6.29E-01
PLA SiOx / Mater Bi	7.0E-10	3.0E-10	7.0E-09	6.0E-09	2.03E+01	8.44E+00	8.30E-01

Tabella 15

Att. 2.5 (RI) *Modello gestionale di confezionamento ad elevate garanzie di qualità e sicurezza SAPIO*

In questo semestre si è concluso il lavoro di studio volto ad individuare le soluzioni hardware più indicate alla fornitura delle atmosfere modificate. E' stata analizzata e approfondita la progettazione delle ultime due tipologie di configurazione d'impianto:

2. Stoccaggio dei gas in bombole, depressurizzazione, miscelazione e distribuzione alle apparecchiature di confezionamento;
3. Stoccaggio delle miscele in bombole, depressurizzazione e distribuzione alle apparecchiature di confezionamento.

Ciascuna di queste tipologie è stata analizzate sia dal punto di vista tecnico sia dal punto di vista igienico sanitario utilizzando i principi dell'HACCP per effettuarne l'analisi dei rischi di contaminazione chimico-fisica e microbiologica e valutarne il piano di autocontrollo nei punti critici.

2. <u>Stoccaggio dei gas in bombole, depressurizzazione, miscelazione e distribuzione alle apparecchiature di confezionamento.</u>

Le funzioni cui deve assolvere un impianto centralizzato per la distribuzione di gas alimentari sono:

- Eliminazione della manipolazione e della conseguente presenza all'interno dei luoghi di lavoro di bombole ad alta pressione;
- Garanzia di razionalizzazione dei costi in termini di economie di tempo e di impiego di un numero inferiore di recipienti;
- Eliminazione del rischio di incidenti nei luoghi di lavoro;
- Eliminazione delle operazioni di smontaggio e montaggio dei riduttori di pressione durante la sostituzione dei recipienti;
- Possibilità di un uniforme svuotamento dei recipienti con ottimale consumo di gas;
- Garanzia di totale sicurezza nell'impiego di gas incompatibili tra loro nello stesso luogo;
- Possibilità, in ogni momento e per qualsiasi motivo, di interrompere il flusso di gas direttamente alla centrale e di scaricare tutto il gas contenuto nelle tubazioni e nelle bombole;
- Possibilità di ottenere elevate portate di gas.

Occorre ricordare che le bombole di gas compressi sono generalmente considerate recipienti con pericolo di scoppio. Le revisioni periodiche di legge ed i controlli a cui sono sottoposte rendono improbabile questo rischio, tuttavia in luoghi con rischio di incendio, i recipienti a pressione sottoposti ad alte temperature o addirittura investiti dal fuoco possono esplodere per collasso pneumatico e strutturale (a titolo orientativo, l'aumento di pressione è di circa 5 bar per ogni 10°C).

L'impianto deve quindi assolvere alle seguenti funzioni:

- essere costruito nel rispetto della norma vigente;
- essere dotato dei necessari organi di sicurezza;
- essere di semplice manovrabilità;
- garantire le pressioni di utilizzo richieste;
- garantire le portate necessarie di gas, tenuto anche conto di eventuali ulteriori sviluppi;

- evitare il fenomeno di assorbimento e diffusione di sostanze contaminanti;
- pulizia delle parti interne dei componenti;
- garantire una buona tenuta dall'aria ambiente;
- essere dotato di raccordi di qualità per le connessioni con le linee;
- garantire nel tempo la continuità del processo produttivo.

Inoltre, deve garantire l'incolumità a persone e cose nel caso si verificassero i seguenti eventi:

- sovrapressioni nelle tubazioni;
- ritorni anomali di gas;
- rottura delle linee;
- immissione di aria ambiente nell'impianto;
- manomissioni degli organi di collegamento dei recipienti all'impianto.

Di seguito sono riportati due schemi tipici per gli impianti di stoccaggio, depressurizzazione, miscelazione e distribuzione al Cliente di miscela per MAP a partire dai gas singoli per la miscela Ar/CO_2 nella Figura 1 e miscela N_2O/CO_2 nella Figura 2.

Fig. 1 – Impianto per Miscela MAP Ar 70% / CO_2 30%

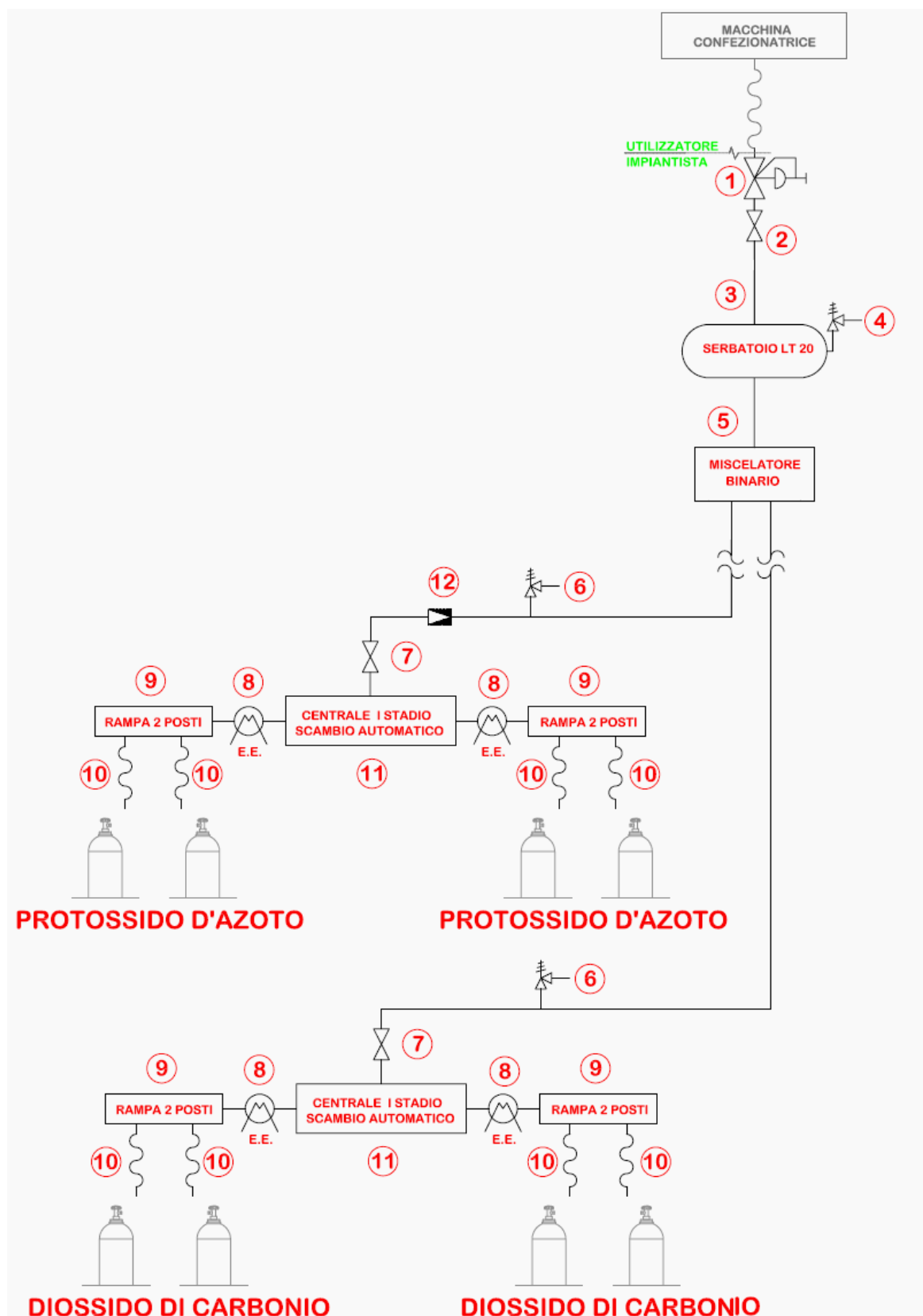



Fig. 2 – Impianto per Miscela MAP N_2O 70% / CO_2 30%

Leggenda per le Figure 1 e 2

rif.	Descrizione
1	*Riduttore di Secondo Stadio*
2	*Valvola presa per Riduttore Secondo Stadio*
3	*Serbatoio di polmonazione miscela*
4	*Valvola di Sicurezza del Serbatoio di polmonazione*
5	*Miscelatore binario*
6	*Valvola di Sicurezza a protezione della linea*
7	*Valvola a sfera di intercettazione linea*
8	*Preriscaldatore elettrico o idrotermico*
9	*Rampa collettrice A.P. - 2 posti*
10	*Serpentine flessibili*
11	*Quadro di riduzione Primo Stadio a Scambio Automatico*
12	*Valvola antiritorno di fiamma per gas comburenti*

Caratteristiche tecniche delle apparecchiature

- Corpo in acciaio inossidabile austenitico
- Membrana in hastelloy o acciaio inox AISI 304
- Helium leak rate 10^{-4} mbar x l/sec.
- Precisione < 5 %
- Pulizia con decapaggio
- Spurghi in alta pressione
- Filtrazione particellare 35 micron,
- Raccordi in acciaio inossidabile austenitico ad anello di tenuta interno

Le Tubazioni saranno in acciaio inossidabile austenitico elettrolucidato saldate da personale qualificato in TIG con flusso di gas Argon di protezione al rovescio; conterranno una concentrazione residuale di sostanze grasse < 0.2 mg/dm^2 , non devono rilasciare residui carboniosi che in presenza di ossigeno o altri gas comburenti come il protossido di azoto; non devono rilasciare residui che veicolati fino alle apparecchiature che ne possano compromettere il loro funzionamento; non devono permettere fenomeni di assorbimento e deassorbimento.

Il rischio maggiore per le applicazioni MAP è quello di contaminazione della miscela gassosa per l'atmosfera modificata. Le principali cause di contaminazione sono:

- Presenza di aria atmosferica nell'impianto.
- Insufficiente tenuta delle apparecchiature e dei raccordi.
- Difetti di pulizia dei componenti.
- Particolari interni delle apparecchiature non idonei.
- Utilizzo di materiali inadeguati per le purezze richieste..
- Tubazioni di scarsa qualità.

- Operazioni di bonifica carenti.
- Test di tenuta inefficienti.

Punto critico di controllo n° 1 ex ante – Qualità dei gas in bombola

Ciò è assicurato dai controlli in fase di riempimento secondario delle bombole. Il riempimento avviene per vaporizzazione ad alta pressione di liquido criogenico. Deve essere disponibile l'analisi completa del liquido criogenico sia in titolo che in presenza di contaminanti. L'analisi deve essere eseguita sul liquido criogenico contenuto nel serbatoio e deve essere ripetuta ad ogni riempimento o rabbocco da cisterna mobile del serbatoio stesso; deve comunque essere sempre disponibile il certificato di analisi del liquido criogenico caricato in cisterna mobile.

Come ulteriore sistema di controllo qualità per ogni lotto di riempimento deve essere campionato un recipiente ed il suo contenuto analizzato sia in titolo che in inquinanti eventualmente presenti secondo le specifiche tecniche di controllo che abbiamo già visto nella parte prima della relazione del semestre precedente.

Punto critico di controllo n° 2 ex ante – Qualità dell'impianto

L'impianto, dopo la corretta installazione, deve essere opportunamente collaudato.

La Procedura prevede le seguenti operazioni:

1. Verifica della rispondenza tra lo schema tecnico e l'installazione effettiva;
2. Bonifica delle singole sezioni dell'impianto (Moduli di Centrale - linee distribuzione - Quadri di Sezionamento - Moduli di Utilizzo) con flusso di argon secco ad alta purezza al fine di eliminare l'aria atmosferica ed eventuali particelle solide;
3. Verifica della mancata interconnessione delle linee, eseguita come di seguito indicato: aprire bombole e riduttore/centrale installato/a sulla linea da verificare ed aprire contestualmente tutti i posti utilizzo installati. Controllare che il gas sia erogato solo da quei posti utilizzo che sono installati sulla linea del gas in erogazione. Estendere e ripetere analogo procedimento di verifica a tutte le linee.
4. Test di tenuta delle singole sezioni dell'impianto mediante pressurizzazione con relativo gas di processo ad una pressione pari a 1,1 x PS (dove PS= Pressione massima di esercizio della linea come desunto dai dati di progetto rilevati) per 30 minuti, monitorando i valori mediante l'utilizzo di apparecchiature in corretto stato di taratura, i cui estremi sono riportati nel verbale di collaudo e validazione.
5. Verifica e controllo del funzionamento meccanico e pneumatico delle apparecchiature e dei componenti;
6. Verifica della funzionalità del Sistema relativamente alle pressioni e portate di gas agli strumenti;
7. Redazione del Verbale di collaudo e validazione impianto nel quale dare evidenza dell'espletazione delle verifiche/controlli di cui sopra.

Punto critico di controllo n° 3 a seguito di evento – Depressurizzazione e/o backstriming per la sezione di miscelazione e distribuzione al Cliente

Dopo un tale evento, bonificare l'impianto attraverso lavaggi ripetuti ottenuti facendo fluire la miscela per almeno 10 minuti ad un flusso pari ad un decimo del flusso di confezionamento tipico. Quindi eseguire i seguenti test sulla miscela:

Titolo	per Azoto ed Argon tramite gascromatografo munito di rivelatore TCD e per N_2O e CO_2 tramite analizzatore infrarosso
O_2	Test con cella elettrochimica o con rivelatore paramagnetico

Acqua Test con igrometro elettrolitico o capacitivo

3. <u>Stoccaggio delle miscele in bombole, depressurizzazione e distribuzione al Cliente.</u>

Il suddetto impianto è in assoluto quello di più semplice realizzazione che presenta il vantaggio di ottenere una miscela di confezionamento stabile rispetto a possibili derive o malfunzionamenti della miscelazione locale dovute a richieste da parte del Cliente di flussi maggiorati rispetto al progetto originario.

Tale impianto presenta inoltre lo svantaggio di non poter variare la composizione percentuale della miscela.

Per questa tipologia di impianto valgono tutte le considerazioni già fatte per gli impianti di distribuzione da gas a miscelazione locale sia in termini di caratteristiche dei materiali, sia in termini di qualità dell'installazione, sia in termini di collaudo dell'impianto, sia in termini di rischi di contaminazione della miscela MAP e, quindi, di punti critici di controllo.

Nelle Figure 1 ed 2 che seguono sono riportati tipici impianti di distribuzione di miscela. Nel caso della miscela N_2O/CO_2 è doveroso porre una valvola antiritorno di fiamma (n° 12) poiché il protossido di azoto è gas fortemente ossidante e di conseguenza un ottimo comburente, e un pre-riscaldatore da rampa (n° 8) in quanto sia il protossido di azoto che l'anidride carbonica sono gas che tendono a liquefare per la loro bassa pressione e temperatura critica

Leggenda per le Figure 1 e 2

rif.	***Descrizione***
1	*Riduttore di Secondo Stadio*
2	*Valvola presa per Riduttore Secondo Stadio*
6	*Valvola di Sicurezza a protezione della linea*
7	*Valvola a sfera di intercettazione linea*
8	*Preriscaldatore elettrico o idrotermico*
9	*Rampa collettrice A.P. - 2 posti*
10	*Serpentine flessibili*
11	*Quadro di riduzione Primo Stadio a Scambio Automatico*
12	*Valvola antiritorno di fiamma per gas comburenti*

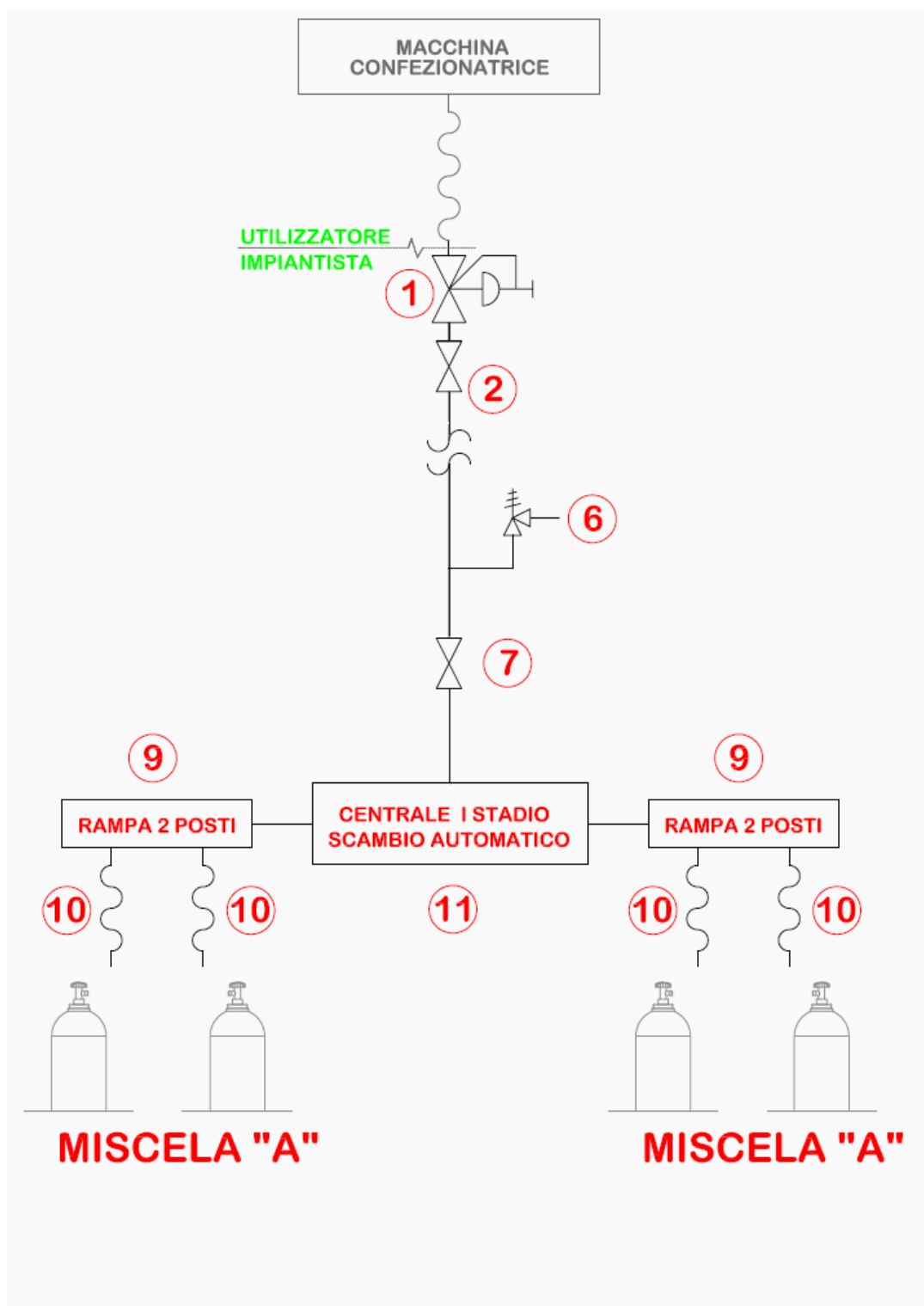



Figura 1 – Impianto per miscela Ar/CO_2

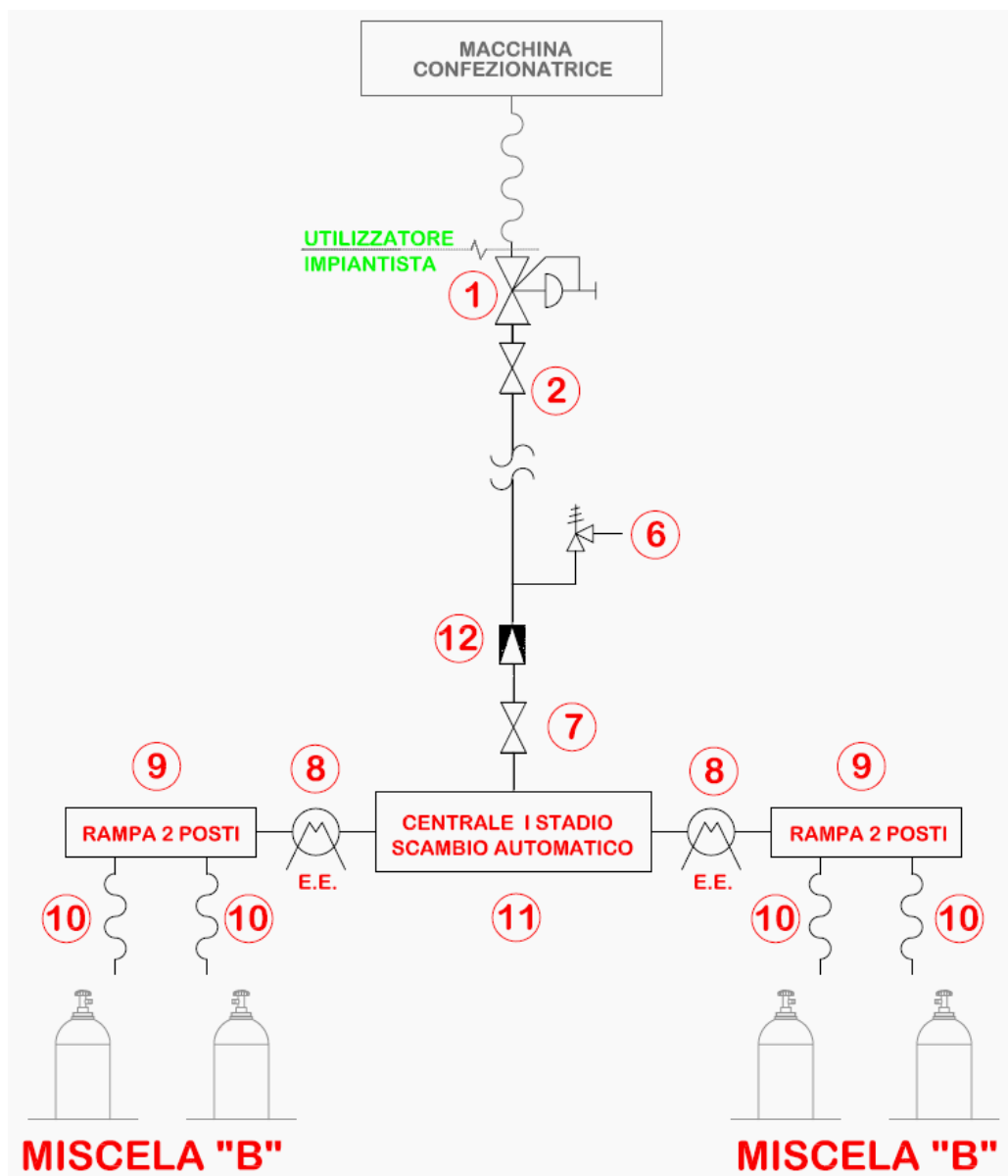



Figura 2 – Impianto per miscela N_2O / CO_2

Att. 2.6 (SP): *Integrazione con la piattaforma di gestione della supply chain ENGINEERING II - SAPIO*

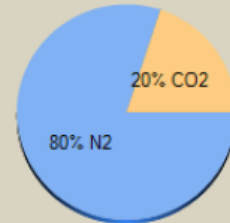
Nel corso del semestre sono proseguite le attività in collaborazione con Links Management and Technology per la progettazione e realizzazione della piattaforma informativa sul confezionamento alimentare.

Si sono svolte le seguenti attività:

- Adeguamento grafico per l'integrazione con l'Intranet ed il portale Web di Sapio:

- Implementazione della Homepage della Banca Dati e delle funzionalità di ricerca, sia per la scheda dei prodotti di confezionamento che per la scheda delle miscele.

- o Strutture gerarchiche per la navigazione della classificazione prodotti di confezionamento e la selezione della voce di interesse.

- o Verifica e completamento della grafica applicativa
- o Realizzazione delle nuove schede di consultazione dei prodotti di confezionamento e delle miscele.

- Testing applicativo. Si sono eseguiti una serie di test per verificare le funzionalità fin qui realizzate. I test sono costituiti da una lista di attività che sono state eseguite. Quando una di queste attività è risultata non funzionante è stata attivata la procedura di rielaborazione e aggiustamento del software. Ogni ricercatore che ha effettuato il test applicativo era dotato di una check list per segnalare i malfunzionamenti. Una volta restituita la check list a Links Management and Technology le anomalie venivano risolte. Di seguito un esempio di chek list:

Nr. Test	***1.1.1*** Descrizione	**Data esecuzione**	**Esito**	Note
1	**Utente SAPIO**			
1.1	Registrazione Utente SAPIO Via Internet	21.09.2010	OK	
1.2	Errore inserimento mail nella registrazione	21.09.2010	KO	Anomalia Risolta
1.3	Errore inserimento password nella registrazione	21.09.2010	KO	Anomalia Risolta
1.4	Errore inserimento codice nella registrazione	21.09.2010	OK	
1.5	Accesso alla banca dati di un utente Intranet – accesso diretto	21.09.2010	OK	
1.6	Accesso di un Utente SAPIO alla banca dati via internet - voci di menu visualizzate	21.09.2010	OK	
1.7	Accesso di un Utente SAPIO alla banca dati via intranet - voci di menu visualizzate	21.09.2010	OK	
1.8	Consultazione della scheda miscela a partire dalla scheda di conservazione	21.09.2010	OK	
1.9	Consultazione delle *Miscele SAPIO*	21.09.2010	OK	
1.10	Consultazione delle miscele di *Atre aziende*	21.09.2010	OK	
1.11	Visualizzazione delle miscele equivalenti a quella della scheda miscela consultata	21.09.2010	OK	

- Coordinamento con Engineering per l'interscambio delle informazioni tra banca dati e market place.
- Realizzazione Web Service per l'accesso remoto ai dati.

Sono stati condivisi con Engineering i codici "Service.cs", il documento contenente i wsdl le tabelle della classificazione EAN relative agli elementi passati in input al web service. Si è verificata la corrispondenza con i dati utilizzati dalla piattaforma Foodsys e ci si è accordati sulle porte d'accesso e sulle credenziali per la comunicazione del web service. Sono stati condotti diversi test di funzionamento a diversi livelli d'implementazione del web service fino alla completa funzionalità.

- Revisione finale delle funzionalità e dei dati
- Testing applicativo (Sapio - seconda tornata di test)

Si sono eseguiti una serie di test per verificare le funzionalità fin qui realizzate. I test sono costituiti da una lista di attività che sono state eseguite. Quando una di queste attività è risultata non funzionante è stata attivata la procedura di rielaborazione e aggiustamento del software. Ogni ricercatore che ha effettuato il test applicativo era dotato di una check list per segnalare i malfunzionamenti. Una volta restituita la check list a Links Management and Technology le anomalie venivano risolte.

- Rilascio Manuale Utente.

Il manuale utente è stato redatto dalla Links Management and Technology e verificato dai ricercatori Sapio.

- Testing finale e accettazione (Sapio)

Si sono eseguiti una serie di test per verificare le funzionalità complete e per approvare la realizzazione finale della piattaforma. I test si sono svolti come i precedenti ed hanno portato all'approvazione del prodotto finale.

Ob 3 - Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto tipico agroalimentare

Att. 3.1 (RI): *Processi collaborativi di definizione del piano strategico della supply chain del prodotto tipico*

Conclusa

Att. 3.2 (RI): *Processi di esercizio collaborativo della supply chain del prodotto tipico*

Conclusa

Att. 3.3 (RI): *Processi logistici ottimizzati sulle produzioni tipiche*
ENCO

Nel dettaglio le risorse della Enco hanno provveduto a concludere il rapporto di ricerca riguardo lo stato dell'arte e i segni di cambiamento del settore agroalimentare e della componente logistica ad esso correlata, emersi dall'analisi dai dati statistici disponibili. Il focus tematico circa le dinamiche operative e le criticità dell'integrazione tra le fasi produttive con particolare riferimento alla logista e produzione, è stato quindi realizzato attraverso un'indagine diretta distinta in due fasi:

- la prima svolta presso le PMI del agroalimentare attraverso la somministrazione di un questionario, volto a rilevare le variabili dei processi logistici (fattori strategici, di contesto e tecnologici) che condizionano lo sviluppo dei mercati esteri delle produzioni agroalimentari tipiche;
- la seconda operata attraverso lo strumento dell'intervista diretta ai responsabili delle due più importanti realtà interportuali italiane (Nola e Verona), volto ad indagare le potenzialità, in termini di valore aggiunto alla produzione, dell'utilizzo degli interporti.

Per quanto riguarda l'indagine operata presso le aziende, il percorso di ricerca attivato è stato di *tipo qualitativo*. Attraverso l'incontro con alcune realtà imprenditoriali medie ed eccellenze produttive del settore ha consentito, in accordo con gli obiettivi progettuali, lo studio dei processi produttivi e l'identificazione delle variabili dei processi logistici (fattori strategici, di contesto e tecnologici) che condizionano le fasi della produzione, la commercializzazione dei prodotti con l'estero delle PMI agroalimentari tipiche con riferimento alla categoria merceologica dei prodotti deperibili freschi.
L'indagine è stata rivolta alle Piccole e Medie Imprese (PMI) agroalimentari tipiche con riferimento alla categoria merceologica dei prodotti deperibili freschi. Nella definizione del campione di imprese presso le quali realizzare l'indagine diretta, si è tenuto conto della struttura, per classe dimensionale, del comparto agroalimentare, tendendo conto dei parametri Europei fissati dalla Raccomandazione 2003/361/EC – Definizione delle piccole e medie imprese; recepita a livello nazionale dal DM 18 Aprile 2005. Inoltre al fine di mantenere una linea d'indagine costante e coerente per tutte le fasi del progetto si è inizialmente scelto di concentrare l'indagine alle aziende dei comparti: pasta alimentare fresca non ripiena; ortaggi di IV e V gamma, (comparti che come più avanti descritto nel dettaglio, sono stati ampliati al fine di restituire un quadro rispondente alle

caratteristiche emerse dalle analisi preliminari) accomunati dalle caratteristiche qualitative dei prodotti (freschezza e deperibilità). Dalla fase di studio preliminare dei comparti nei quali individuare le aziende campione per la somministrazione dei questionari sono emersi alcuni fattori chiave che hanno determinato una allargamento dei comparti precedentemente individuati Pasta alimentare, specializzazione fresco non ripieno" e "Produzione, lavorazione e trasformazione dei prodotti agricoli (I – V gamma)"
Al campione di imprese identificato sono stati sottoposti questionari di indagine diretta volti ad identificare:

- sistemi di gestione logistica utilizzati e in che misura questi influiscono sui processi produttivi e sulla commercializzazione dei prodotti nei mercati esteri;
- elementi critici e soluzioni adottate per mantenere e garantire le caratteristiche qualitative e di sicurezza dei prodotti lungo l'intero percorso della filiera agroalimentare;
- il grado di utilizzo dei sistemi intermodali e in che misura contribuiscono al miglioramento delle prestazioni tecniche ed economiche dei singoli attori economici.
-

In particolare, sono stati oggetto di analisi:

- Elementi di tipo strategico e di contesto, il mercato di riferimento, gli orientamenti logistici, le politiche di trasporto ed i fattori esogeni che influenzano le prestazioni del sistema di trasporto;
- relativamente ai fattori tecnologici, gli aspetti in grado di condizionare le prestazioni della logistica e le problematiche di integrazione con i sistemi informatici di supporto con tutti gli attori della filiera.

A seguito dell'analisi dei dati emersi dai questionari, un'approfondimento di indagine è stato dedicato allo studio, dal punto di vista dei fornitori dei servizi logistici, alle condizioni di utilizzo e le potenzialità di sviluppo per le imprese dell'agroalimentare dei servizi di logistica integrata e delle piattaforme interportuali in particolare. L'indagine diretta è stata realizzata attraverso interviste con i responsabili delle due maggiori strutture interportuali italiane: Interporto Campano di Nola, Interporto Quadrante Europa Verona.

L'attività di ricerca/studio realizzata, ha consentito il raggiungimento degli obiettivi realizzativi prefissati da capitolato, nello specifico lo studio ha consentito l'identificazione dei parametri di processo, descrittivi del sistema logistico e produttivo del campione oggetto dell'indagine, in funzione della modellazione dei servizi offerti attraverso la piattaforma tecnologica, in una logica di ottimizzazione di costi e risorse, nonché garanzia di qualità. **Tutti i risultati della ricerca realizzata sono confluiti in un report disponibile agli utenti attraverso la piattaforma tecnologica.**

Att. 3.4 (RI): *Studio e definizione delle specifiche funzionali della piattaforma ICT del sistema di gestione.*

Conclusa

Att. 3.5 (RI): *Studio della architettura della piattaforma ICT del sistema di gestione ENGINEERING II*

L'attività Att. 3.5 è stata mirata all'analisi e studio per l'aggiornamento di alcuni dei moduli di designing ed esecuzione dei processi di business.
Ciò attraverso:

- revisione del processo con confronti con gli attori coinvolti
- ricerca della possibile soluzione tecnologica tra le varie proposte anche in settori non riguardanti il mondo agroalimentare con monitoraggio continuo delle soluzioni emergenti

- benchmark caratteristiche
- revisione di alcuni dettagli circa le specifiche OASIS e WfMC

Att. 3.6 (RI): *Studio delle applicazioni software dedicate al supporto dei processi di collaborazione tra i membri della supply chain ed alle ottimizzazioni concorrenti delle attività di questi ultimi*
ENGINEERING II

L'attività Att. 3.6 è stata mirata allo studio delle problematiche di tracciabilità.
Per la validazione della sperimentazione effettuata sono stati individuati diversi indicatori di prestazioni, uno tra questi (quello fondamentale per la valutazione degli aspetti strategici della SCM volto a garantire *la qualità e la tipicità dei prodotti*) è costituito dalla flessibilità a *run-time* che la piattaforma stessa offre durante la gestione dei processi.
Questa configurabilità a *run-time,* ha consentito, *work in progress,* di rivedere alcuni aspetti critici dei processi, ***individuando*** e modificando opportunamente le sezioni relative ai sotto processi che sono risultati poco performanti. In particolare sono state riviste funzionalmente alcune funzioni di controllo e logging del sottoprocesso di consegna al cliente, nel rispetto delle specifiche definite dal sistema di tracciabilità.
Ciò attraverso:

- confronti con aziende del mondo agroalimentare
- scouting sia mediante testi di riferimento del settore sia utilizzando Internet.
- approfondimento delle specifiche

Att. 3.7 (RI): *Studio di piani compensativi per la gestione ed il controllo di "eccezioni" attraverso livelli di "Escalation" (Layer Escalation)*
ENGINEERING IT

L'attività Att. 3.7 è stata mirata allo studio delle tecnologie per la definizione e gestione dei piani compensativi dei processi di una supply-chain.

In fase di esecuzione della sperimentazione, i processi collaborativi eseguiti sulla piattaforma di gestione FOODSYS, come previsto hanno mostrato una dinamicità, dovuta sia all'elevata volatilità delle relazioni di business che esistono nel mondo PMI sia per le improvvise ed imprevedibili variazioni dei processi stessi (pagamenti ritardati, variazioni percentuali rimborso etc). Le variazioni apportate ai processi, necessarie per gestire e controllare questa dinamicità, in alcuni casi hanno riguardato aspetti funzionalmente significativi e quindi hanno reso necessario ridefinire i piani rianalizzando e studiando le soluzioni migliori.

Ciò attraverso:

- studi e confronti con il mondo accademico
- analisi della gestione delle attività economico-finanziarie delle PMI
- scouting tecnologico.

Att. 3.8 (RI): *Integrazione dei vari componenti della piattaforma ICT*
ENGINEERING II

L'attività Att. 3.8 è stata mirata al raggiungimento del qualità totale sia attraverso l'integrazione dei moduli che costituiscono la piattaforma sia attraverso la definizione dei processi di una SCM per garantire in definitiva la qualità dei prodotti realizzati dall'azienda estesa.

Nelle fasi precedenti del progetto di ricerca, sono stati analizzati e implementati i canali di comunicazione tra i diversi moduli applicativi in funzione dei piani di esecuzione dei processi definiti, e in generale per quelli potenzialmente erogabili dalla piattaforma.
In fase di sperimentazione, la volatilità delle relazioni di business e le improvvise ed imprevedibili variazioni dei processi stessi hanno portato ad effettuare delle "calibrazioni" delle integrazioni e ad evolvere alcune funzioni di monitoraggio degli indicatori.

Att. 3.9 (SP): *Sperimentazione pilota e tuning del modello di gestione centralizzata.*
ENEA - ENGINEERING II - ENGINEERING IT – ORTOREALE

In questo ultimo periodo di attività del progetto gli sforzi si sono concentrati sull'attività di sperimentazione della piattaforma ICT realizzata, così come previsto dall'attività 3.9 (Sperimentazione pilota e tuning del modello di gestione centralizzata).
Nel corso di tale sperimentazione, illustrata e dettagliata di seguito nella presente relazione, sono state effettuate attività di:

- sperimentazione dei processi definiti per la supply chain
- sperimentazione delle tecnologie sottese a tali processi e in generale ai moduli applicativi che compongono la piattaforma
- sperimentazione dei meccanismi di integrazione con i sistemi esterni
- misurazione delle performance dei suddetti processi, effettuando successivamente il confronto dei risultati ottenuti con quelli ricavati dall'elaborazione di dati analoghi prodotti dagli ambienti reali

L'intera attività di sperimentazione condotta ha fornito gli elementi utili a verificare l'effettivo raggiungimento degli obiettivi fissati, a riscontrare margini di miglioramento e ad intervenire con una mirata attività di tuning volta a conseguire migliori performance. Ma ciò ha comportato lo studio e l'aggiornamento della piattaforma sia dal punto di vista tecnologico, sia dal punto di vista architetturale e funzionale, e come conseguenza ha riguardato le integrazioni realizzate tra i moduli applicativi della piattaforma stessa.
Infatti, la scelta di realizzare le componenti applicative basate su moduli open source ha rappresentato un vantaggio per il risultato della ricerca, in quanto si è resa in questo modo la soluzione aperta a continui aggiornamenti e miglioramenti come è stato necessario in questo caso.

L'attività è stata infine mirata alla validazione degli approcci metodologici adottati e delle scelte tecnologiche ed implementative effettuate per la realizzazione della piattaforma ICT. Ciò attraverso:

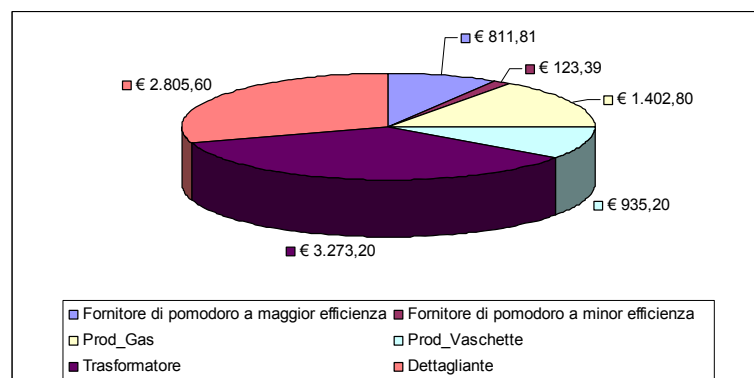
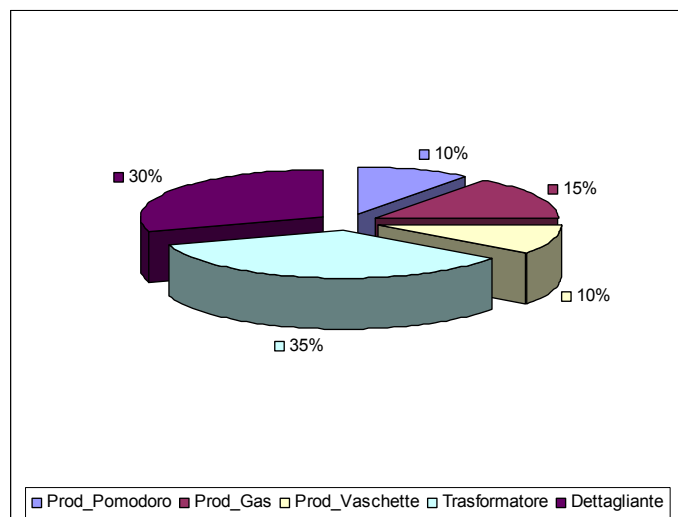
- valutazione dei risultati ottenuti
- monitoraggio

ENEA ha concluso la fase di tuning del modello risolvendo le criticità emerse nella fase di reperimento dati.
Si sono completate le revisioni avviate nello scorso semestre; si è agito sia sulle strutture dati, sia sulle codifica del processo per una maggior fluidità e semplicità d'uso dello stesso. Parte degli interventi sono stati rivolti ad una miglior integrazione funzionale degli strumenti operativi disponibili e nel contempo si è sviluppata una modularità per utilizzo disgiunto di un processo piuttosto che un altro al fine di rendere il sistema fruibile anche in modalità testing per singolo fattore beneficio richiesto.

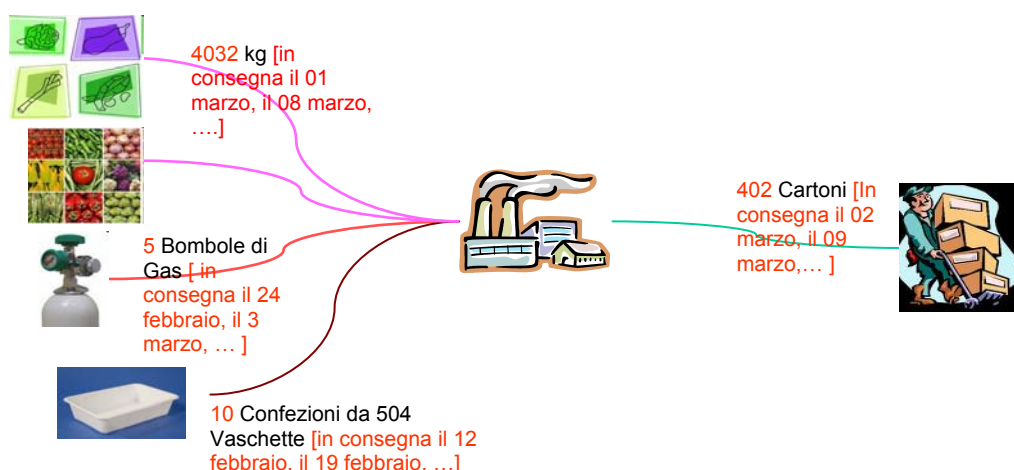
Sono state completate le verifiche relative all'effettivo supporto fornito ai processi di Total Quality dagli approcci metodologici proposti. sono state completate le attività dedicate alla applicazione delle modalità di gestione centralizzata, con approccio "Total Quality", ai processi di supply chain. E' stata completata la sperimentazione del modello di Total Quality per l'identificazione del gruppo target di consumatori in relazione al prodotto selezionato per la sperimentazione nonchè la fase di

posizionamento nei confronti della concorrenza per la supply chain pilota. E' stata completata la verifica della effettiva applicabilità degli approcci proposti con evidenza delle criticità rilevate durante la fase reperimento dati e dell'effettivo supporto fornito ai processi di Total Quality dagli approcci metodologici proposti, in particolare in relazione a:

- valutazioni circa gli effettivi vantaggi derivanti dai contratti proposti nel modello;
- valutazioni circa la fattibiliità degli interventi rivolti all'allineamento delle caratteristiche di qualità;
- valutazioni circa i vantaggi degli interventi strategici evidenziati dalla sperimentazione.

Valutazioni positive si hanno circa gli effettivi vantaggi derivanti dai contratti proposti nel modello in relazione al maggior profitto conseguibile attraverso l'attuazione del contratto di Revenue Sharing in relazione anche alle procedure di Ottimizzazione. Dalla Sperimentazione effettuata è infanti emerso un vantaggio in termini di maggior profitto per le imprese della catena in particolar modo per le i membri che adottano un processo di efficienza operativa in relazione ai processi di Total quality proposti. Nel grafico a seguire sono riportati esempi di massima circa i margini di profitto per singola risorsa nonché per ciascuna impresa trattata.

Gli interventi rivolti all'allineamento delle caratteristiche di qualità hanno visto una fattiva collaborazione dei partner imprenditoriali, portando ad interessanti risultativi sia in relazioni ad

interventi strategici da realizzare per conseguire un maggior vantaggio in termini di competitività del prodotto sia per azioni strategiche di creazione di nuovo prodotto.

Si sono evidenziati incrementi operativi, d'efficienza e tempistica ottenuti dalla supply chain mediante il processo di ottimizzazione della produzione e della logistica. Le procedure proposte in termini di quantitativi ottimizzati dei flussi di risorse nonché le tempistiche presentate per ciascuna fornitura, hanno evidenziato, un potenziale vantaggio in termini economici, favorendo da una lato la gestione ottimizzata delle commesse e dei relativi costi di trasporto fissi e variabili e dall'altro la gestione scorte , con vantaggi inerenti gli eventi di rottura di stock o giacenza media elevata.

Ob 4 – Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano

Att. 4.1 (RI): *Studio di processi operativi di accesso ai mercati di riferimento*
ENCO

In relazione alla definizione di modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni agroalimentari tipiche, le attività di ricerca si sono concentrate sulla definizione delle caratteristiche e e sui processi operativi di accesso ai mercati nazionali ed internazionali di riferimento individuati su indicazione di ORTOREALE quale azienda di produzione e in accordo con i partner di progetto nei seguenti paesi: Italia, Francia e Inghilterra.

L'attenzione è stata focalizzata per tutti i paesi considerati, come da capitolato tecnico sulle seguenti variabili per entrambi i comparti e per tutti i paesi considerati:
- Modalità di funzionamento dei canili di distribuzione
- Struttura delle infrastrutture logistiche
- Aspetti normativi e giuridici di accesso ai mercati.

Alle precedenti variabili si è ritenuto opportuno di dover aggiungere una preliminare introduzione circa lo scenario economico, dei comparti economici considerati) nei tre paesi.

Lo studio realizzato partendo dall'esperienza di Ortoreale leader sul mercato nazionale e presente sui mercati esteri, si è concentrato in due paesi europei campioni: Francia e Gran Bretagna - individuati su indicazione della stessa Ortoreale quali mercati di interesse strategico - oltre che in Italia sui quali

si concentreranno tali analisi. Obiettivo dello studio è stato la determinazione di parametri descrittivi degli scenari operativi di mercato, in funzione della modellazione e strutturazione della piattaforma tecnologica di supporto alla valorizzazione dei nostri prodotti.

Come da capitolato, la ricerca si è inoltre concentrata sugli aspetti normativi, giuridici e dei canali di distribuzione per l'Italia e per i due paesi europei individuati Francia e Gran Bretagna in cui i prodotti tipici italiani rappresentano un bene ricercato e di elevato valore. Ciascuno dei suddetti mercati ha presentato e presenta specifiche peculiarità e caratteristiche di accesso. Infine sono stati definiti principali fattori: vincoli, protocolli e standard di qualità ualità richiesti da ciascuna tipologia di attore commerciale (*distribuzione, GDO/DO, dettaglio specializzato, catering, industria,..)* per ciascun mercato di riferimento. L'attività realizzata risponde agli obiettivi realizzativi fissati da capitolato tecnico.

Att. 4.2 (RI): *Definizione di modelli operativi di promozione delle produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano per i consumatori in ambito nazionale ed internazionale*
ENCO

Nell'ambito dell'att. 4.2 la Enco ha provveduto alla formulazione di modelli economico-operativi di promozione delle produzioni agroalimentari dei comparti individuati (nuove metodologie di commercializzazione e promozione) per l'approccio e/i il consolidamento nei mercati di riferimento.

Tale fase ha preso avvio dalla attività di ricerca e studio dei processi (canali, infrastrutture, metodologia di approccio al consumatore, etc.) avviata già nella precedente fase, utili al raggiungimento dei mercati internazionali, per poi passare ad indagare, per i prodotti oggetto dell'analisi ed i paesi considerati, le strategie migliori per avvicinarsi ai mercati esteri.

Una specifica attenzione è stata posta alla verifica delle scelte delle imprese in relazione ai canali di vendita, da quelli tradizionali a quelli più innovativi (quali ad esempio i marketplace), identificando attraverso la definizione di un set di marker misurabili la relativa influenza sulla competitività dei prodotti sul mercato.
Alle aziende partecipanti alle precedenti fasi di indagine diretta, che hanno manifestato una maggiore presenza sui mercati internazionali, sono stati somministrati questionari volti ad indagare appunto la relazione tra canali di vendita e competitività dei prodotti.

Sulla base quindi di tali informazioni ed alla luce dei risultati emersi (criticità, punti di forza, punti di debolezza e opportunità di sviluppo) sono stati definiti, modelli di commercializzazione/distribuzione, finalizzati a supportare le imprese nella fase di modellazione della propria value chain nazionale ed internazionale.
L'attività realizzata risponde agli obiettivi realizzativi fissati da capitolato tecnico.

Alle aziende partecipanti alle precedenti fasi di indagine diretta, che hanno dimostrato una maggiore presenza sui mercati internazionali, sono stati somministrati questionari volti a misurare e valutare la relazione tra canali di vendita e competitività dei prodotti.
Una specifica attenzione è stata posta alla verifica delle scelte delle imprese in relazione ai canali di vendita, da quelli tradizionali a quelli più innovativi (quali ad esempio i marketplace), identificando, attraverso la definizione di un set di marker misurabili, la relativa influenza sulla competitività dei prodotti sul mercato.
Sulla base quindi di tali informazioni sono stati definiti modelli di commercializzazione/distribuzione finalizzati a supportare le imprese nella fase di modellazione della propria value chain nazionale ed internazionale.

Att. 4.3 (SP): *Integrazione funzionale con la piattaforma di gestione.*
[ENCO][ENGINEERING]

Tale attività finalizzata all'integrazione funzionale con la piattaforma di gestione ha previsto la realizzazione delle seguenti attività:

- la traduzione degli esiti delle precedenti fasi di ricerca nel modello di funzionamento della piattaforma tecnologica per consentire la fruibilità delle informazioni alle imprese integrandola in tal modo con servizi di supporto alla valorizzazione di prodotti agroalimentari tipici;

- la definizione ed elaborazione di un sistema di informazioni utili alla promozione delle produzioni tipiche individuate, mediante tale sistema informatico di supporto, volti ad incrementare lo sviluppo tecnologico e l'internazionalizzazione delle aziende agroalimentari italiane.

Le attività realizzate hanno condotto quindi alla strutturazione di un sistema document management, integrato all'interno della piattaforma tecnologica, in grado di fornire alle aziende informazioni utili alla promozione delle produzioni sui mercati individuati. Nello specifico il sistema è stato strutturato in modo tale da poter restituire sia informazioni generali e trasversali a tutti i comparti, attraverso un sistema di ricerca per parole chiave sia informazioni dettagliate in risposta a specifiche esigenze dell'azienda consultante attraverso un sistema di interrogazione per sezione specifica Paese/Prodotto/Area d'interesse.

Di seguito uno schema esemplificativo della struttura realizzata:.

PAESE	PRODOTTO	AREA D'INTERESSE
Italia	**Pasta alimentare fresca**	**Aspetti Economici**
Francia	**Ortaggi IV e V gamma**	-Il settore agroalimentare
Inghilterra		- Focus commercio con l'estero
		Aspetti Operativi
		- Canali di distribuzione
		- Infrastrutture logistiche
		-Aspetti normativi e giuridici di accesso ai Mercati
		-Informazioni utili
		Strategie di commercializzazione distribuzione

Le attività realizzate consentono mediante la piattaforma tecnologica di coordinamento dei servizi, di dotare le aziende dei comparti individuati, degli strumenti e informazioni utili a rafforzarne la competitività nei mercati esteri, in un quadro di globalizzazione dell'economia che spinge le imprese a continui adeguamenti per stare al passo con i cambiamenti in atto e con le nuove esigenze dei consumatori di prodotti agroalimentari.

Coordinamento tecnico scientifico
[TECNOALIMENTI]

L'attività di coordinamento finalizzata al raggiungimento degli obiettivi di progetto si è conclusa. La complessità del progetto e la numerosità dei partner coinvolti ha richiesto un ingente lavoro di correlazione ed orientamento delle linee di ricerca, al fine di evitare scollamenti o derive progettuali

in grado di generare inefficienza e spreco di risorse umane e finanziarie.
In funzione dell'andamento delle linee di ricerca attive sono stati riorientati e coordinati i gruppi di lavoro, sia nelle fasi di ricerca che di sperimentazione mantenendo elevata la comunicazione tra tutti e creando interfacce di confronto per gli indirizzi strategici di realizzazione.

La piattaforma web di coordinamento è stata aggiornata, quale strumento operativo interno al progetto, sia per l'attività di ricerca stretta attraverso informazioni di pianificazione strategica delle attività, che per il supporto metodologico nello sviluppo delle attività.

TAB.1 Impegno di personale su attività di ricerca industriale

TOTALE PROGETTO		ORE DI PERSONALE					
OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITA'	Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1	-	-	-	-	-	-
	1.2	100	-	-	-	-	100
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1	452	-	-	-	-	452
	2.2	-	-	-	-	-	-
	2.3	830	-	-	-	-	830
	2.4	1.420	-	-	-	-	1.420
	2.5	777	-	-	-	-	777
	2.6	-	-	-	-	-	-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1	-	-	-	-	-	-
	3.2	-	-	-	-	-	-
	3.3	1.085	-	-	-	-	1.085
	3.4	-	-	-	-	-	-
	3.5	865	-	-	-	-	865
	3.6	942	-	-	-	-	942
	3.7	3.597	-	-	-	-	3.597
	3.8	477	-	-	-	-	477
	3.9	-	-	-	-	-	-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1	1.100	-	-	-	-	1.100
	4.2	361	-	-	-	-	361
	4.3	-	-	-	-	-	-
	CORDINAMENT	1254	0	0	58	0	1312

TECNOALIMENTI		ORE DI PERSONALE					
OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomi	Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9						0
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENT	1254			58		1312

SAPIO

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomin	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						-
	1.2						-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1	172					172
	2.2						-
	2.3						-
	2.4						-
	2.5	777					777
	2.6						-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						-
	3.2						-
	3.3						-
	3.4						-
	3.5						-
	3.6						-
	3.7						-
	3.8						-
	3.9						-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						-
	4.2						-
	4.3						-
	CORDINAMENTO						-

ENGINEERING

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomin	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5	865					865
	3.6	942					942
	3.7						0
	3.8	477					477
	3.9						0
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENTO						0

ICIMENDUE

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomin	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						-
	1.2						-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						-
	2.2						-
	2.3	830					830
	2.4	1.420					1.420
	2.5						-
	2.6						-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						-
	3.2						-
	3.3						-
	3.4						-
	3.5						-
	3.6						-
	3.7						-
	3.8						-
	3.9						-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						-
	4.2						-
	4.3						-
	CORDINAMENTO						-

UNIVERSITA` DEGLI STUDI DI FOGGIA

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomin	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2	100					100
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1	280					280
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9						0
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENTO						0

ENGINEERING.IT

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomi	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7	3597					3597
	3.8						0
	3.9						0
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENTO						0

ENCO S.R.L

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomi	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						-
	1.2						-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						-
	2.2						-
	2.3						-
	2.4						-
	2.5						-
	2.6						-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						-
	3.2						-
	3.3	1.085					1.085
	3.4						-
	3.5						-
	3.6						-
	3.7						-
	3.8						-
	3.9						-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1	1.100					1.100
	4.2	361					361
	4.3						-
	CORDINAMENTO						-

Dettaglio Regioni Convergenza

TOTALE PROGETTO

		ORE DI PERSONALE				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**ATTIVITA'**	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1	-	-	-	-	-
	1.2	-	100	-	-	100
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1	-	452	-	-	452
	2.2	-	-	-	-	-
	2.3	830	-	-	-	830
	2.4	1.420	-	-	-	1.420
	2.5	-	777	-	-	777
	2.6	-	-	-	-	-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1	-	-	-	-	-
	3.2	-	-	-	-	-
	3.3	1.085	-	-	-	1.085
	3.4	-	-	-	-	-
	3.5	725	-	-	113	838
	3.6	-	-	-	942	942
	3.7	3.597	-	-	-	3.597
	3.8	-	-	-	477	477
	3.9	-	-	-	-	-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1	1.100	-	-	-	1.100
	4.2	361	-	-	-	361
	4.3	-	-	-	-	-
	CORDINAMENT	1.254	-	-	-	1.254

TECNOALIMENTI

		ORE DI PERSONALE				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**TIVITÀ (denomi**	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENT	1254				1.254

SAPIO

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomi	ORE DI PERSONALE				
		Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1		172			172
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5		777			777
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

ENGINEERING

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomi	ORE DI PERSONALE				
		Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5	725			113	838
	3.6				942	942
	3.7					-
	3.8				477	477
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

ICIMENDUE		ORE DI PERSONALE				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomi	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3	830				830
	2.4	1.420				1.420
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

UNIVERSITA` DEGLI STUDI DI FOGGIA		ORE DI PERSONALE				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomi	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2		100			100
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1		280			280
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

ENGINEERING.IT

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomin	ORE DI PERSONALE				
		Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7	3597				3.597
	3.8					-
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

ENCO S.R.L

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomin	ORE DI PERSONALE				
		Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3	1.085				1.085
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1	1.100				1.100
	4.2	361				361
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

TAB. 2 Impegno di personale su attività di sviluppo precompetitivo

TOTALE PROGETTO		ORE DI PERSONALE					
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**ATTIVITÀ**	**Ea**	**Ec**	**E2,sl**	**NE**	**-Ext**	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1	-	-	-	-	-	-
	1.2	-	-	-	-	-	-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1	-	-	-	-	-	-
	2.2	-	-	-	-	-	-
	2.3	-	-	-	-	-	-
	2.4	-	-	-	-	-	-
	2.5	-	-	-	-	-	-
	2.6	263	-	-	-	-	263
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1	-	-	-	-	-	-
	3.2	-	-	-	-	-	-
	3.3	-	-	-	-	-	-
	3.4	-	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-	-
	3.6	-	-	-	-	-	-
	3.7	-	-	-	-	-	-
	3.8	-	-	-	-	-	-
	3.9	1.419	-	-	310	-	1.729
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1	-	-	-	-	-	-
	4.2	-	-	-	-	-	-
	4.3	1.636	-	-	-	-	1.636
	CORDINAMENT	248	-	-	56	-	304

TECNOALIMENTI		ORE DI PERSONALE					
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**TIVITÀ (denomin**	**Ea**	**Ec**	**E2,sl**	**NE**	**-Ext**	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9						0
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENT	248			56		304

SAPIO

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomir	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6	263					263
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9						0
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENTO						0

ENEA

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomir	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9	750			310		1060
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENTO						0

ENGINEERING

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomir	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9	120					120
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3	728					728
	CORDINAMENTO						0

ENGINEERING.IT

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomir	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9	80					80
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENTO						0

ENCO S.R.L

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomir	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9						0
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3	908					908
	CORDINAMENTO						0

ORTOREALE S.R.L.

OBIETTIVO REALIZZATIVO	TIVITÀ (denomir	ORE DI PERSONALE					
		Ea	Ec	E2,sl	NE	-Ext	Totale
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1						0
	1.2						0
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1						0
	2.2						0
	2.3						0
	2.4						0
	2.5						0
	2.6						0
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1						0
	3.2						0
	3.3						0
	3.4						0
	3.5						0
	3.6						0
	3.7						0
	3.8						0
	3.9	469					469
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1						0
	4.2						0
	4.3						0
	CORDINAMENTO						0

Dettaglio Regioni Convergenza

TOTALE PROGETTO		**ORE DI PERSONALE**				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**ATTIVITÀ**	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1	-	-	-	-	-
	1.2	-	-	-	-	-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1	-	-	-	-	-
	2.2	-	-	-	-	-
	2.3	-	-	-	-	-
	2.4	-	-	-	-	-
	2.5	-	-	-	-	-
	2.6	-	263	-	-	263
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1	-	-	-	-	-
	3.2	-	-	-	-	-
	3.3	-	-	-	-	-
	3.4	-	-	-	-	-
	3.5	-	-	-	-	-
	3.6	-	-	-	-	-
	3.7	-	-	-	-	-
	3.8	-	-	-	-	-
	3.9	830	469	-	120	1.419
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1	-	-	-	-	-
	4.2	-	-	-	-	-
	4.3	908	-	-	728	1.636
	CORDINAMENT	248	-	-	-	-

TECNOALIMENTI		**ORE DI PERSONALE**				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**ATTIVITÀ**	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					
	1.2					
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					
	2.2					
	2.3					
	2.4					
	2.5					
	2.6					
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					
	3.2					
	3.3					
	3.4					
	3.5					
	3.6					
	3.7					
	3.8					
	3.9					
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					
	4.2					
	4.3					
	CORDINAMENT	248				

SAPIO		ORE DI PERSONALE				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**ATTIVITÀ**	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6		263			263
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

ENEA		ORE DI PERSONALE				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**ATTIVITÀ**	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9	750				750
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

ENGINEERING

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	ORE DI PERSONALE				
		Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9				120	120
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3				728	728
	CORDINAMENTO					-

ENGINEERING.IT

OBIETTIVO REALIZZATIVO	ATTIVITÀ	ORE DI PERSONALE				
		Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9	80				80
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

ENCO S.R.L		ORE DI PERSONALE				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**ATTIVITÀ**	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9					-
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3	908				908
	CORDINAMENTO					-

ORTOREALE S.R.L.		ORE DI PERSONALE				
OBIETTIVO REALIZZATIVO	**ATTIVITÀ**	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia	**Totale**
OB1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni	1.1					-
	1.2					-
OB2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali	2.1					-
	2.2					-
	2.3					-
	2.4					-
	2.5					-
	2.6					-
OB3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto ti-pico agroalimentare	3.1					-
	3.2					-
	3.3					-
	3.4					-
	3.5					-
	3.6					-
	3.7					-
	3.8					-
	3.9		469			469
OB4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano	4.1					-
	4.2					-
	4.3					-
	CORDINAMENTO					-

2. QUADRO RIEPILOGATIVO SULL'INTERO PROGETTO SVOLTO DAL 1/10/2006 AL 30/09/2010

2.1 Raffronto tra obiettivi raggiunti e preventivati

confrontare gli obiettivi raggiunti (caratteristiche, prestazioni, specifiche ed obiettivi realizzativi del prodotto/processo) con quelli indicati in capitolato tecnico

OR1: Nuova metodologia di classificazione delle produzioni agroalimentari per la valorizzazione dei parametri di tipicità	Per quanto riguarda la definizione dei parametri caratterizzanti di filiere campione, sono stati definiti i parametri della materia prima, del semilavorato e del prodotto finito per le seguenti filiere: - pasta fresca - ortaggi di IV gamma (pomodoro, zucchina, peperone) - ortaggi di V gamma Gli obiettivi si ritengono raggiunti poichè grazie a test reologici sugli impasti di semola, alle analisi sensoriali su pasta fresca cruda e cotta e ai panel sensoriali su ortaggi di IV e V gamma è stato possibile definire i parametri qualitativi che maggiormente incidono sulla accettabilità delle suddetto paniere di prodotti, presi a campione di filiere tipiche. Sono inoltre stai raggruppati i prodotti in classi omogenee mediante l'utilizzo di un approccio di tipo statistico, studiando la correlazione degli indici di tipicità tra loro e con i parametri strumentali attraverso tecniche statistiche multivariate. E' stata effettuata l'indagine sui modelli matematici e su analisi statistiche multivariate per elaborazione dati. Sono inoltre stati raggruppati i prodotti carnei, vegetali e pasta fresca in gruppi omogenei mediante l'individuazione del peso relativo delle variabili ambientali e strumentali. E' stato infine scelto il disegno degli esperimenti e alcune analisi statistiche multivariate (analisi delle componenti principali e analisi delle corrispondenze multiple) per la modellazione dei dati sperimentali.
OR2: Sistemi di stabilizzazione delle peculiarità identificate mediante confezionamento ad elevate performances funzionali.	Per quanto riguarda la definizione delle condizioni ottimali per le filiere campione sono stati considerati i prodotti semilavorati di IV gamma sui quali è stato effettuato uno studio dello spazio di testa; sono inoltre state definite le caratteristiche dei materiali di confezionamento per prodotti di IV gamma e attraverso l'applicazione della MAP ne sono stati studiati gli effetti sul prodotto. Sono state identificate le condizioni ottimali dello spazio di testa per zucchine e peperoni; Sono state definite le caratteristiche dei materiali di confezionamento mediante test di permeabilità; è stata applicata la MAP e se ne sono studiati gli effetti sul prodotto. Gli obiettivi si ritengono raggiunti poichè grazie ai test di shelf life sul prodotto confezionato e sfuso è stato possibile determinare i fattori responsabili del decadimento e individuare strategie di preservazione in fase di lavaggio, pre-confezionamento e confezionamento capaci di operare in maniera sinergica un'azione protettiva sul prodotto, tale da garantirne la sua conservazione per un tempo più lungo e quindi più consono alle esigenze aziendali. L'obiettivo conseguito relativamente ai sistemi di confezionamento nel corso delle attività di progetto è stato quello di progettare e realizzare nuove strutture di imballaggio per nuove atmosfere modificate aventi valori di

	permeabilità al vapor d'acqua ed all'ossigeno (WVTR e OTR) minore di 1 ed un residuo solvente minore di 5 mg/m^2 per ogni tipologia di prodotto da confezionare, così come indicato nel capitolato tecnico di progetto. Ulteriori obiettivi raggiunti sono stati anche quello di ottenere degli imballi con permeabilità ai gas costituenti le nuove atmosfere modificate inferiori a quelle degli imballi standard da sostituire, come pure realizzare un imballaggio accoppiato totalmente biodegradabile.
OR3: Sistema innovativo di gestione decentralizzata di supply chain di PMI del prodotto tipico agroalimentare.	In relazione alle attività che vedono il coinvolgimento dell'Enea, tutti gli obiettivi preventivati sono stati raggiunti. Si è sviluppato un modello di gestione di supply chain del prodotto tipico impattante sia sugli aspetti di pianificazione strategica che di conduzione operativa. E' stato possibile definire, in maniera collaborativa, un piano strategico che ha evidenziato, in relazione alla supply chain coinvolta nella sperimentazione, il gruppo target di consumatori con relative esigenze e la valutazione quantitativa di quanto l'offerta della supply chain riesca a garantire il soddisfacimento di quelle esigenze. Attraverso un set di parametri di riferimento, o meglio, di Key Performance Indicators – KPI, è stato possibile definire e valutare il riposizionamento della catena. Si sono applicate le metodologie di coordinamento decentralizzato e, attraverso l'utilizzo di dati storici di fornitura della supply chain, si è definito un piano di produzione alternativo, inteso come " cosa, quanto e quando debba fluire come risorsa tra i vari membri della catena" arrivando a valutare un diminuzione del costo medio complessivo e dunque, a quantificare l'incremento d'utile per l'intera catena. Inoltre attraverso i risultati ottenuti in termini di forniture ottimizzate, passando per nuove formulazioni dei contratti di fornitura, anch'esse elementi cardine dell'approccio di gestione decentralizzata, si è giunti a quantificare l'incremento di profitto del singolo membro della supply chain. Dunque risulta evidente che si sono raggiunti i risultai previsti relativamente agli interventi legati al "total quality" ed alla gestione operativa. Per ciò che attiene gli aspetti strettamente legati alla piattaforma tecnologica di supporto, sono state fornite le specifiche operative e si è collaborato fattivamente con gli altri partner tecnologici nella definizione delle interfacce e della scalabilità ed evolvibilità del sistema. Enea ha inoltre reso disponibile, per il progetto Foodsys, il proprio sistema di ottimizzazione integrata per aspetti legati alla risoluzione di problematiche modellate in termini di programmazione lineare vincolata e logistica intermodale terrestre. Si è sviluppato un modello logistico che ha preso in considerazione sia fattori strategici, ovvero legati alle peculiarità della catena campione, che di contesto, e dunque esogeni rispetto alle singole imprese, sia di natura strettamente tecnologica. In particolare si è avuto riscontro positivo, da parte dei membri della supply chain campione, dell'applicazione delle modalità di gestione decentralizzata con approccio "total quality" ai reali processi di produzione, trasformazione e commercializzazione di prodotti tipici agroalimentari.

	La sfida di FOODSYS su cui è stata impegnata Eng II e Eng.it era ed è stata quella di ottenere un diffuso ed efficace utilizzo delle nuove ed emergenti tecnologie dell'informazione e della comunicazione al fine di permettere alle PMI della filiera del prodotto tipico di qualità italiano di diventare più innovative e competitive nel mercato europeo globale. Si ritiene che l'obiettivo sia stato raggiunto con lo studio, la progettazione e l'implementazione di una piattaforma di gestione della supply-chain basata su alcune tra le soluzioni tecnologiche più innovative e diffuse a livello internazionale nell'ambito della gestione di processi, della realizzazione ed erogazione di servizi, dell'integrazione di sistemi informativi esistenti, della tracciabilità e rintracciabilità dei prodotti. La piattaforma realizzata fornisce una serie di moduli applicativi, di funzionalità e di strumenti che consentono di realizzare servizi e processi ex-novo e/o di specializzare quelli esistenti in funzione delle esigenze della filiera in cui la piattaforma sarà utilizzata. L'adozione di standard internazionali su cui realizzare la piattaforma era già uno degli obiettivi del progetto, mentre la scelta effettuata di far ricorso a componenti applicative di base derivanti da soluzioni tecnologiche *open source* ha rappresentato un ulteriore valore aggiunto al risultato della ricerca. Tale valore aggiunto ha una doppia valenza: da un lato in termini economici, in quanto svincola la piattaforma ICT realizzata da costi di licenza di terze parti e ciò costituisce sicuramente un vantaggio nel caso di PMI con risorse economiche limitate; dall'altro lato in termini evolutivi, in quanto rende la soluzione aperta a continui aggiornamenti che possono seguire la frenetica evoluzione che caratterizza le tecnologie nel settore ICT. Dal punto di vista funzionale, la piattaforma realizzata si propone di consentire una maggiore sincronizzazione delle fasi di produzione e lavorazione, della gestione dei livelli di scorta, della distribuzione e dell'organizzazione logistica. In un contesto operativo quale è quello previsto per la piattaforma di gestione FOODSYS i processi collaborativi sono caratterizzati da una elevata dinamicità, sia per la elevata volatilità delle relazioni di business sia per le improvvise ed imprevedibili variazioni dei processi, e questo implica gestione dei meccanismi transazionali e compensativi. L'obiettivo di Engineering.IT nell'ambito del progetto FOODSYS è stato quello di studiare un modello per la gestione delle transazioni e delle eccezioni in un contesto SOA (Service Oriented Architecture) di una Supply Chain che coinvolge diverse PMI e validarlo nell'ambito della piattaforma FOODSYS. Nel caso delle transazioni sul web non è solitamente possibile eseguire delle operazioni di rollback totale, come accade per le transazioni tradizionali su una base di dati per le quali il rollback riporta la base di dati esattamente allo stato precedente l'esecuzione della transazione. Per le transazioni su web, invece, si programmano delle procedure di rollback ad hoc, in base alla specifica *business logic*, che cercano per quanto possibile di annullare gli effetti della transazione per la quale sono state definite. Il lavoro è stato svolto da Engineering.IT attraverso una serie di studi e sperimentazioni che hanno riguardato gli standard e le tecnologie più diffuse nel panorama internazionale. Coerentemente con questo lavoro, con il benchmark effettuato delle tecnologie analizzate e con le scelte tecnologiche ed architetturali operate

	dagli altri partner di progetto nella definizione dell'intera piattaforma FOODSYS, è stato individuato il linguaggio formale più adatto alla esecuzione dei processi nel contesto di dinamicità ipotizzato. Il risultato finale del lavoro svolto è stato la realizzazione di un prototipo atto a validare le metodologie individuate per la definizione dei piani compensati, della cui applicazione si è data evidenza nella sperimentazione del Processo di Gestione dell'Ordine (PGO).
OR4: Modelli economici dedicati alla valorizzazione di produzioni tipiche dell'agroalimentare italiano.	Le attività realizzate hanno condotto alla strutturazione di un sistema document management, integrato all'interno della piattaforma tecnologica, in grado di fornire alle aziende informazioni utili alla promozione delle produzioni sui mercati individuati. E' inoltre stata condotta l'elaborazione delle strategie di promozione (marketing mix). Le attività realizzate consentono mediante la piattaforma tecnologica di coordinamento dei servizi, di dotare le aziende dei comparti individuati, degli strumenti e informazioni utili a rafforzarne la competitività nei mercati esteri, in un quadro di globalizzazione dell'economia che spinge le imprese a continui adeguamenti per stare al passo con i cambiamenti in atto e con le nuove esigenze dei consumatori di prodotti agroalimentari.

2.2 Attività svolte

Sulla base delle varie informazioni raccolte sul prodotto dall'Università di Foggia sono stati dapprima selezionati una serie di parametri sensoriali pertinenti per i prodotti campione del progetto (pasta fresca e i prodotti ortofrutticoli freschi, di IV gamma), oggetto di studio del progetto. Successivamente si è passati all'addestramento di un panel sensoriale idoneo alla valutazione di prodotti e la realizzazione di schede tecniche per l'analisi sensoriale di tali prodotti

Nell'ambito dell'attività sono state avviate da Ortoreale le attività di studio e definizione delle caratteristiche peculiari delle produzioni tipiche campione. L'attività avviata è stata orientata ad identificare le variabili del complesso sistema Materia prima/Processo, responsabili dell'espressione di specifiche caratteristiche di qualità del prodotto finito, che ne identificano la tipicità e la replicabilità. Sono state definite delle schede di analisi finalizzate ad individuare i principali parametri caratterizzanti ciascun prodotto primario. Il sistema complesso ha incluso parametri di tipo fisico-chimico ed ha tenuto in considerazione l'influenza del processo di trasformazione nella definizione del profilo sensoriale del prodotto.
Successivamente sono state effettuate le attività di ricerca finalizzate allo studio dei diversi aspetti di instabilità e variabilità, sia a monte (caratterizzazione prodotti primari) sia a valle della filiera produttiva (caratterizzazione prodotti finiti). Le attività di caratterizzazione sono state articolate con due differenti ambiti, al fine di caratterizzare le variabili endogene (variabili genetiche) ed esogene (variabili di ambiente e di produzione). L'attività di caratterizzazione dei prodotti primari ha previsto la definizione di un piano di allevamento di differenti cultivars di grano duro e ortaggi e la successiva esecuzione di un confronto varietale per individuare e validare le soluzioni che presentano caratteristiche ottimali, non solo dal punto di vista di resa agronomica, ma anche e soprattutto ai fini del processo produttivo e dell'ottenimento dei semilavorati (semola di grano duro, ortaggi IV gamma) e dei prodotti finiti. Le attività di ricerca sono state orientate a caratterizzare ed individuare le cultivars più idonee e maggiormente appropriate per l'ottenimento di materie prime, semilavorati e prodotti finiti anche in funzione della loro resa agronomica, qualità tecnologica, produttività ed idoneità ai successivi processi di trasformazione.

Le attività di studio dei parametri caratterizzanti le caratteristiche peculiari delle produzioni tipiche campione sono proseguite focalizzandosi sul completamento di un sistema complesso di caratterizzazione, composto da una serie di determinazioni analitiche (genetiche, chimiche, nutrizionali, sensoriali) in grado di rappresentare da un lato uno strumento di identificazione e valorizzazione di qualità delle produzioni nazionali, dall'altro uno strumento per la determinazione di una strategia condivisa di filiera, finalizzata al mantenimento ed alla salvaguardia di tali caratteristiche.

Le attività di studio dei parametri caratterizzanti le caratteristiche peculiari delle produzioni tipiche campione sono proseguite focalizzandosi sul completamento di un sistema di caratterizzazione, composto da una serie di determinazioni analitiche (chimiche, nutrizionali, sensoriali) in grado di rappresentare da un lato uno strumento di identificazione e valorizzazione di qualità delle produzioni campione, dall'altro uno strumento per la determinazione di una strategia condivisa di filiera, finalizzata al mantenimento ed alla salvaguardia di tali caratteristiche.

Per il processo di lavorazione utilizzato dall'azienda Ortoreale nell'ottica del concetto di "total quality" è risultato fondamentale lo studio delle caratteristiche della materia prima collegato ai parametri strumentali e sensoriali del prodotto finito, nell'ottica di una mappatura globale delle caratteristiche delle produzioni oggetto di studio, al fine di individuare le caratteristiche tecniche dal lato produttore in grado di soddisfare i requisiti e le aspettative da parte del consumatore.

Nel corso del progetto svolto, sono state dapprima studiate da Icimendue, in collaborazione con l'Università di Foggia, le proprietà funzionali degli attuali imballi da sostituire, allo scopo di garantire la corretta esecuzione del processo di confezionamento e migliorare le caratteristiche degli imballaggi, necessarie al mantenimento delle proprietà tipiche degli alimenti individuati e all'incremento della shelf-life del prodotto.

Sulla base delle proprietà di barriera definite, sono state progettate alcune possibili strutture adatte ai prodotti tipici in studio, da realizzare mediante la tecnica della laminazione. Le diverse strutture sono state poi prodotte in forma prototipale su impianti industriali e, infine, caratterizzate dal punto di vista funzionale per valutarne la rispondenza alle proprietà obiettivo.

Al fine di raggiungere le elevate prestazioni preventivate, è stata intrapresa un'ulteriore linea di ricerca basata sull'utilizzo di film barriera trasparenti innovativi con deposito di SiOx (anche biodegradabili). Questa soluzione, insieme all'ottimizzazione dei parametri di processo, hanno consentito di realizzare, su impianti industriali, le strutture di imballaggio finali raggiungendo le proprietà obiettivo.

È stato inoltre necessario studiare il comportamento dei gas da miscelare per poter essere certi che una volta creata la miscela questa resti inalterata nel tempo, ovvero che in funzione della pressione della bombola entrambi i gas restino allo stato gassoso.

Per esaminare questi aspetti si è impostato un piano sperimentale che attraverso la realizzazione di diverse miscele in condizioni di temperatura e pressione diverse ne verificasse la stabilità.

Una volta ottenuta la stabilità delle miscele nelle bombole, si è passati a definire un protocollo di sperimentazione per studiare la stabilità delle miscele innovative nello spazio di testa delle confezioni.

L'attività di ENEA nel progetto ha puntato a sviluppare una metodologia in grado di incrementare il livello di collaborazione tra le imprese della Supply Chain arrivando come risultato finale alla definizione di un piano strategico di catena. Poter avere un piano strategico globale, che quindi coinvolga tutte le imprese della catena è risultato, dalle analisi fatte, un elemento di estrema innovazione

Le metodologie su cui si basa l’approccio ENEA, integrate in maniera complementare nel modello proposto, sono:

- Il modello del Supply Chain Operation Reference (SCOR);

- Il Quality Function Deployment (QFD).

La metodologia SCOR è diretta essenzialmente a fornire misure obiettive di confronto del funzionamento di una catena rispetto ad un campione significativo di catene che operano sullo stesso mercato, quindi, i parametri di prestazione assunti come riferimento per i confronti, sono resi disponibili sotto forma di distribuzioni statistiche, in modo che una catena possa scegliere confrontarsi con la media o con il "best in class".

La maggior parte dei parametri di rendimento ipotizzati per il confronto sono legati al modo in cui le funzioni di catena trasferiscono il flusso di risorse verso il mercato del consumatore finale, quali, ad esempio, l'affidabilità di consegna, o la flessibilità della catena.

L’aspetto del coinvolgimento risulta il più critico dal momento che, in una catena, i diversi membri hanno spesso culture diverse, sfruttano tecnologie differenti ed spesso hanno visioni non condivise sull’innovazione di prodotto.

E’ stato quindi sviluppato un modello metodologico che punta a:

- Mantenere i rischi finanziari a livello più basso possibile;

- L'istituzione di una forma strutturata di comunicazione fra i membri, in altre parole di linguaggio comune, che permetta loro di collaborare nel processo.

ENEA ha quindi implementato un approccio innovativo attraverso una ben definita *funzione di costo totale* che modella, in una sola espressione matematica, comprensiva di produzione e logistica, il costo totale della catena in condizioni operative standard e quindi, finché la catena opera in queste condizioni, solo i dati sui costi medi delle imprese associate devono essere forniti.

Il modello definito è stato delineato per poter essere calato in qualunque catena del comparto agroalimentare indipendentemente dalla sua articolazione interna e potendo valorizzare si produttività fresche quindi con un lead time estremamente ridotto, sia prodotti non freschi che tipologie miste fresco-nonfresco.

Si è quindi passati alla formalizzazione del modello di minimizzazione dei costi in un problema vincolato di minimizzazione ed alla consegnate traduzione in linguaggio macchina e trasposizione su applicativo ENEA

ENEA ha successivamente avviato la trasposizione tecnologica del modello e la prima fase si incentra sulla modellizzazione dei processi, ovvero la definizione *di dettaglio* dei sottoprocessi necessari al trasferimento di dati ed informazioni funzionali allo sviluppo del singolo step operativo. In particolare sono state rilasciate le specifiche per la trasposizione tecnologica del processo di QFD modellato nei semestri precedenti. Nella definizione della procedura si è provveduto ad una frammentazione dei sottoprocessi in unità elementari d’informazione scambiata con evidenza della singola task e della risorse dedicate allo sviluppo della stessa; si è data particolare attenzione allo sviluppo delle fasi del processo ed alla necessaria sequenzialità nonché agli aspetti di condivisione dell’informazione ed alla definizione dei necessari algoritmi implementativi..

ENEA ha inoltre implementato, su propri applicativi, gli aspetti di ottimizzazione logistica in grado di fornire un’analisi previsionale delle forniture di una supply chain, ovvero basandosi su uno dei processi esposti nel modello implementato nella definizione dei processi collaborativi, si ottiene un’ipotesi ottimizzata di distribuzione delle forniture con relative tempistiche per una supply chain decentralizzata.

Valutazioni positive si hanno circa gli effettivi vantaggi derivanti dai contratti proposti nel modello in relazione al maggior profitto conseguibile attraverso l'attuazione del contratto di Revenue Sharing in relazione anche alle procedure di Ottimizzazione. Dalla Sperimentazione effettuata è infanti emerso un vantaggio in termini di maggior profitto per le imprese della catena in particolar modo per le i membri che adottano un processo di efficienza operativa in relazione ai processi di Total quality proposti

Tutto il lavoro che, fondamentalmente, ha condotto alla realizzazione della piattaforma è stato svolto nell'ambito dell'OR3, obiettivo di ricerca che, attraverso le sue diverse fasi ed attività, ha consentito di ricercare gli standard e le soluzioni tecnologiche più opportune per analizzare, progettare ed implementare la piattaforma ICT di FOODSYS.
Le prime fasi della ricerca hanno consentito di analizzare lo stato dell'arte delle tecnologie e degli standard a supporto dei processi delle supply-chain, con particolare riferimento alla filiera agroalimentare.

Con questa attività è stato possibile sviluppare gli **elementi di know-how in ambito SCOR (Supply-Chain Operations Reference-model)**, cioè una conoscenza di base del modello di processo di riferimento che è stato sviluppato ed approvato dal Supply-Chain Council come strumento diagnostico standard trasversale alle aziende per la gestione della supply chain.

E' stato anche analizzato lo stato dell'arte delle soluzioni per l'orchestrazione e la dinamicità dei processi di business aziendali e delle catene di valore, sia dal punto di vista degli esperti del business, astraendosi dai dettagli implementativi, sia dal punto di vista delle specifiche tecnologie messe a disposizione dal mondo dell'Information Technology. In questo ambito una prima fase di studio è stata dedicata alla Business Process Modeling Notation (BPMN), la notazione standard OMG (*Object Management Group*) per la rappresentazione dei processi aziendali, mentre una fase successiva ha riguardato lo studio dei linguaggi di gestione di *workflow* e di composizione dei servizi web. Sono stati analizzati i due principali approcci proposti in letteratura relativamente al coordinamento dei servizi in rete, "orchestrazione" e "coreografia", e sono state evidenziate le principali differenze rispetto al punto di vista da cui si vede il processo. Nel caso dell'orchestrazione il punto di vista è quello di una delle parti che costituiscono il processo, in particolar modo della parte che ne gestisce il controllo, mentre nel caso della coreografia il punto di vista è quello generale di cooperazione tra i vari servizi. In questo contesto sono stati approfonditi i principali standard.

Infine, è stata effettuata l'analisi delle applicazioni software da realizzare a supporto della pianificazione del Total Quality della supply-chain. con conseguente modellazione delle componenti applicative e relativa validazione, di un modulo WEB avente lo scopo di automatizzare il processo di determinazione del **Quality Function Deployment**(QFD), semplificando le comunicazioni tra i vari membri di una supply chain con l'utilizzo di un approccio di gestione decentralizzato.
Il QFD è uno strumento, che appartiene all'ultima generazione di approcci alla gestione della qualità, con il quale l'attenzione delle aziende relativamente alla qualità si è spostata dal processo produttivo alla progettazione. Il concetto base del QFD è l'orientamento al cliente in tutte le fasi di realizzazione di un prodotto o servizio. Il ricorso ad una metodologia strutturata permette di individuare per tempo eventuali difficoltà evitando i danni, in termini di costi e tempi, cui si va incontro quando i problemi si evidenziano tardi durante la realizzazione di un prodotto e servizio.

Il lavoro svolto ha consentito di studiare e analizzare i requisiti e definire le specifiche funzionali della piattaforma FOODSYS in ordine all'automazione dei processi di collaborazione della supply chain.
Al fine di coordinare l'attività di produzione con l'utilizzo di canali della grande distribuzione (GD/DO) è stato realizzato un prototipo di servizi per la gestione di un sistema di Marketplace digitale volto a promuovere *Collaborative Planning*, *Forecasting and Replenishment* che permettano l'interazione e la collaborazione dei responsabili di produzione e della logistica con le strutture di vendita.

In questo scenario operativo le funzioni di pianificazione si confrontano con le dinamiche del largo consumo: una domanda variabile con una forte incidenza delle promozioni sui canali di vendita, la dipendenza dalla grande distribuzione con *lead-time* di fornitura sempre più stretti, variabilità dei volumi produttivi.

In questo contesto sia la pianificazione degli acquisti, e l'impegno delle materie prime, sia la pianificazione della produzione hanno notevole incidenza sull'efficacia delle attività aziendali. Da questo punto di vista un ruolo fondamentale è svolto dalle funzioni di tracciabilità e rintracciabilità dei prodotti. Sempre nell'ambito dell'OR3 si è dato inizio alla definizione del sistema di tracciabilità/rintracciabilità ed alla sua progettazione, definendo un possibile modello delle entità coinvolte nel sistema e delineandone i requisiti funzionali e non funzionali più rilevanti. Sono stati anche individuati gli attori principali all'interno del sistema e ne sono stati descritti i ruoli e le modalità di interazione tra loro e con il sistema stesso. Le funzionalità principali che tale sistema possiede sono le seguenti: (1) raccolta di dati rilevanti nell'ambito della tracciabilità/rintracciabilità dei prodotti; (2) memorizzazione di tali informazioni; (3) scambio di informazioni tra gli attori della filiera; (4) risposta alle richieste di informazioni sulla tracciabilità/rintracciabilità dei prodotti considerati Nello studio effettuato sono stati considerati tutti gli elementi che caratterizzano e qualificano il sistema, al fine di garantirne allo stesso tempo la reale applicabilità sul campo. Si noti che tali problematiche sono generalmente comuni a tutti i sistemi di tracciabilità/rintracciabilità e le scelte operate con riferimento a tali aspetti sono di solito dipendenti dal contesto e dal dominio considerato. Con riferimento alla raccolta dei dati rilevanti, la prima questione affrontata è legata all'*identificazion*e delle entità importanti del sistema e soprattutto quelle che sono oggetto di tracciabilità/rintracciabilità, come le tipologie di prodotti (il cosiddetto *trade item*), le unità logistiche, i lotti di produzione, ecc. La soluzione definita contempla alcune tecnologie emergenti, come i sistemi di identificazione in radiofrequenza (RFID). In relazione alle tecnologie, riguardo ai sistemi di identificazione, si è iniziato lo studio del cosiddetto Electronic Product Code (EPC) in fase di studio nell'ambito dell'organizzazione EPCGlobal.

Sulla base del sistema di identificazione dei prodotti e delle informazioni che viaggiano insieme ad essi, si è iniziata la progettazione di un sistema di raccolta di dati rilevanti per la tracciabilità/rintracciabilità, costituito dall'utilizzo di dispositivi di lettura e scrittura (es. RFID reader/writer, ecc.), dai corrispondenti client (*mobile device*) di interfacciamento con tali dispositivi e dal software di gestione, che permette l'integrazione con il sistema informativo di memorizzazione delle suddette informazioni. Altro aspetto affrontato riguarda la definizione del flusso di informazioni che accompagna e complementa il flusso fisico dei prodotti lungo le filiere coinvolte. È universalmente riconosciuto che un sistema di tracciabilità/rintracciabilità non può prescindere da uno scambio coordinato di informazioni tra i partner (e quindi tra i loro sistemi informativi) relative al flusso fisico di merci. In tal senso nell'ambito del progetto si sono definite le tipologie di informazioni da scambiare e le modalità di scambi. In tal senso si sono definiti la sequenza e il formato dei messaggi che devono accompagnare i diversi passaggi lungo la filiera dei prodotti e che devono dunque essere scambiati tra i diversi partner o tra i partner e il consorzio. lavoro dell'OR3 è stato dunque anche rivolto allo studio degli standard attualmente disponibili in letteratura. In particolare l'attenzione è stata focalizzata sugli standard definiti da EAN/UCC nell'ambito del Global Data Synchronization Network (GS1 GDSN). L'obiettivo di questi standard è quello di migliorare il flusso informativo tra gli attori della supply chain e di ridurne i costi.

Infine, una parte significativa del lavoro svolto nell'ambito del progetto, e dell'OR3 in particolare, è stata dedicata alla definizione dell'architettura del middleware di integrazione (verso i sistemi dei membri della supply chain, verso il sistema di tracciabilità/rintracciabilità, etc) e alla relativa progettazione. Per questi aspetti di integrazione l'architettura SOA (Service Oriented Architecture) e la tecnologia ESB (Enterprise Service Bus) hanno costituito, in linea con gli scenari attualmente offerti dal mondo IT, gli elementi architetturali e tecnologici fondamentali del layer da realizzare, indispensabili per far fronte alle problematiche di eterogeneità che dominano il contesto dell'ICT e

alla necessità di modularità dei servizi della supply chain. Le applicazioni sono pensate e realizzate su una rete di sistemi indipendenti, opportunamente costruiti per realizzare un set di servizi con cui interagire e di dati da elaborare all'interno dei processi della filiera.

Sono stati affrontati gli studi delle tecnologie che ben si prestano al supporto delle architetture SOA. BPEL4WS (Business Process Language for Web Service) o WS-BPEL è una soluzione che definisce l'uso di BPEL nelle interazioni service-oriented: nasce per il coordinamento delle transazioni che avvengono all'interno dei processi. BPEL è un linguaggio basato su XML che consente di descrivere formalmente un workflow per coordinare i servizi che interagiscono nel flusso di elaborazione.
Secondo i principi delle SOA, si progettano, sviluppano ed installano sistemi informativi a partire da componenti che implementano funzioni di business discrete, ovvero il più possibile elementari (naturalmente, allo scopo di essere riutilizzate); tali componenti, chiamate servizi, possono essere distribuite sia dal punto di vista geografico che organizzativo, e sono indipendenti e scalabili.

In conclusione, la piattaforma il progetto FOODSYS a disposizione un'infrastruttura per la realizzazione e l'esecuzione dei servizi di supporto alle relazioni verticali ed orizzontali all'interno di filiere agro-alimentari tra imprese della produzione, della distribuzione e della logistica. Tale infrastruttura è basata sugli standard e sulle soluzioni tecnologiche più adeguati ed evoluti per la realizzazione di una piattaforma di gestione dei processi automatici di collaborazione tra i diversi membri di una filiera agroalimentare e per l'integrazione dei rispettivi sistemi informativi. La piattaforma è corredata di console per l'amministrazione, la configurazione, il controllo e lo sviluppo dei servizi. aspetti dettaglio della piattaforma, funzionali e tecnici, sono di seguito descritti.

Le attività realizzate per l'obiettivo 4 hanno condotto alla strutturazione di un sistema document management, integrato all'interno della piattaforma tecnologica, in grado di fornire alle aziende informazioni utili alla promozione delle produzioni sui mercati individuati, mediante la piattaforma tecnologica di coordinamento dei servizi. Si potranno così dotare le aziende dei comparti individuati, degli strumenti e informazioni utili a rafforzarne la competitività nei mercati esteri, in un quadro di globalizzazione dell'economia che spinge le imprese a continui adeguamenti per stare al passo con i cambiamenti in atto e con le nuove esigenze dei consumatori di prodotti agroalimentari

Coordinamento tecnico scientifico
[TECNOALIMENTI]
In funzione dell'andamento delle linee di ricerca attive sono stati riorientati e coordinati i gruppi di lavoro, mantenendo elevata la comunicazione tra tutti e creando interfacce di confronto per gli indirizzi strategici di realizzazione.

E' stata creata una piattaforma web per il coordinamento, quale strumento operativo interno al progetto, sia per l'attività di ricerca stretta attraverso informazioni di pianificazione strategica delle attività, che per il supporto metodologico nello sviluppo delle attività.

Nel corso del progetto sono stati organizzati diversi meeting sia generali di presentazione dei risultati parziali sia per il riallineamento delle attività in corso e per la programmazione delle attività dei periodi successivi, sia sono stati organizzati tavoli ristretti di valutazione di problematiche specifiche.
Questo ha consentito di monitorare costantemente l'andamento del progetto ed ha consentito un costante confronto e sincronizzazione tra i partner di progetto.
In occasione dei diversi incontri è stata preparata documentazione di supporto (report, planning, etc.)

TAB. 3 Riepilogo risorse impegnate su attività di ricerca industriale

Costi in Migliaia di EURO

Obiettivi realizzativi	Ore di personale	Costo del personale	Costo delle consulenze
Obbiettivo 1	20.509	406	20
Obbiettivo 2	9.264	287	32
Obbiettivo 3	47.279	1.557	15
Obbiettivo 4	3.167	70	-
	-		
COORDINAMENTO	6.303	-	
Totale	*86.522*	*2.320*	*67*

TAB. 4 Riepilogo risorse impegnate su attività di sviluppo precompetitivo
Costi in Migliaia di EURO

in migliaia di euro

Obiettivi realizzativi	Ore di personale	Costo del personale	Costo delle consulenze
Obbiettivo 1	-	-	-
Obbiettivo 2	725	24	27
Obbiettivo 3	11.393	295	13
Obbiettivo 4	1.836	57	-
	-		
COORDINAMENTO	746	-	
Totale	*14.700*	*376*	*40*

TAB. 3.a Riepilogo risorse impegnate su attività di ricerca
industriale per rendicontazione PON “R&C” 2007_2013

Obiettivi realizzativi	Ore di personale	Costo del personale	Costo delle consulenze
Obbiettivo 1	20.509	384	-
Obbiettivo 2	9.264	273	30
Obbiettivo 3	36.158	1.247	-
Obbiettivo 4	3.167	65	-
	-		
COORDINAMENTO	4.075	-	
Totale	*73.173*	*1.969*	*30*

TAB. 4.a Riepilogo risorse impegnate su attività di sviluppo precompetitivo ai fini rendicontazione PON “R&C” 2007_2013

in migliaia di euro

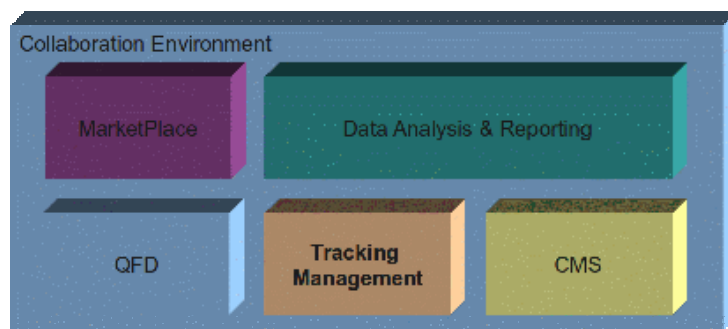
Obiettivi realizzativi	Ore di personale	Costo del personale	Costo delle consulenze
Obbiettivo 1	-	-	-
Obbiettivo 2	725	23	27
Obbiettivo 3	9.251	197	-
Obbiettivo 4	1.836	56	-
	-		
COORDINAMENTO	-	-	
Totale	*11.812*	*275*	*27*

2.3 Utilizzabilità dei risultati

I risultati del progetto, come descritto dettagliatamente, sono molteplici e per quanto sviluppati a livello di sistema pilota, e quindi non industrializzabili tal quali, hanno permesso di verificare e valicare la fattibilità di un sistema integrato di tecnologie e servizi dedicati al comparto alimentare (dove si evidenziano i vantaggi maggiori dovuti alle esigenze di mantenimento della qualità e cooordinamento della filiera).
E’ altresi’ evidente che la complessità del sistema, che vede l’integrazione di domini tecnologici talvolta molto differenti, operando in un contesto di frontiera tecnologica, non ritiene il sistema allo studio un modello consolidato, ma da, come deve essere, spunto a nuove strade di indagine di ricerca, intercettando quei contesti tecnologici in rapida evoluzione, ed i modelli organizzativi della supply chain, nel quale l’Italia sta facendo importanti evoluzioni, e che diventa sempre di più fattore critico per il mercato.
I risultati del progetto, per quanto esaustivi nella dimostrazione degli obiettivi e dei principi fondanti della ricerca, dovranno avere un ulteriore percorso di sviluppo (scaling up) per poter operare sul mercato, con investimenti sicuramente superiori a quelli sostenuti per il sistema pilota (com’e’ nello sviluppo naturale dell’innovazione).

Le nuove strutture accoppiate di imballaggio, realizzate per le nuove atmosfere modificate, sono già direttamente ottenibili in produzione, essendo state già prodotte e ottimizzate su impianti industriali di laminazione e taglio.
Un’ulteriore attività di sviluppo può riguardare l’aspetto di stampabilità dei film innovativi con deposito di SiOx e biodegradabili, al fine di ampliare gli orizzonti applicativi dei materiali realizzati e allargare l’offerta.
Infine, a partire dalle attività di ricerca svolte, si ritiene che la produzione e la stampa di imballaggi interamente biodegradabili è tale da richiedere un programma di ricerca e sviluppo dedicato.

La piattaforma realizzata gestice una supply chain agro-alimentare con l’utilizzo di moderne tecnologie anche di tipo semantico.
E’ una piattaforma che consente quindi la gestione dei processi automatici di collaborazione tra i diversi membri della filiera favorendo anche l'integrazione dei rispettivi sistemi informativi.

E’ composta dei principali macromoduli che riportiamo in figura

I moduli MarketPlace (alcuni sottomoduli), CMS e Data Analisys&Reporting sono moduli basati su standard open ma opportunamente sviluppati per realizzare le funzionalità Foodsys e pertanto sono moduli auto consistenti che previa fase di industrializzazione possono essere riportati direttamente nelle strutture di produzione.

Per quanto concerne gli altri moduli del MarketPlace per esempio quello relativo ai Web Services semantici, e il modulo QFD sono ancora non maturi per la produzione ma sono potenziale effettivo per altri programmi di ricerca.
Una cosa importante che si è ottenuta in questo progetto è l'acquisizione del know-how necessario in riferimento alle architetture per la gestione di una SCM, l'individuazione dei servizi che tali architetture intendono fornire, la progettazione di un ambiente adeguato allo sviluppo e al delivery di tali servizi, la costruzione di tale ambiente con particolare attenzione all'utilizzo di tecnologie e soluzioni Open Source. La suite di prodotti software è interessante per ENGINEERING, ma anche per l'intera comunità dell'ingegneria del software, in termini di una soluzione distribuita Open Source, con la quale sarà possibile realizzare molteplici applicazioni e servizi anche non direttamente legati al mondo SCM agro-alimentare e SCM.

ENGINEERING Ingegneria Informatica S.p.A., ed in particolare la Direzione Innovazione Tecnologica, alla luce dei risultati ottenuti dal progetto Foodsys rafforza la convinzione che le PMI paghino in termini di competitività e qualità dei prodotti il gap rappresentato:

- dalla carenza di risorse e *skill*
- dalla difficoltà di usare le nuove tecnologie
- dalla non perfetta comprensione dei benefici che l'ICT può fornire al business

Pertanto Engineering si sta impegnando per definire e sperimentare nuove modalità, paradigmi e tecnologie di sviluppo del software nell'ambito delle SCM cercando di semplificare e di avvicinare tali tecnologie alle PMI
In questo senso, gli obiettivi del progetto FOODSYS rispecchiano l'impegno di ENGINEERING finalizzato alla creazione di strumenti di sviluppo che possano effettivamente favorire le opportunità di business delle PMI che operano nel settore agroalimentare offrendo prodotti di qualità.

Il risultato ottenuto è stata la realizzazione di un modulo per la gestione delle transazioni e delle eccezioni calato nel contesto della piattaforma Foodsys nella quale è stato previsto un modello architetturale di tipo SOA (Service Oriented Architecture).
L'elevata dinamicità dei processi gestibili dalla piattaforma FOODSYS ha reso necessario l'utilizzo dei meccanismi transazionali e compensativi.
Questo modulo potrebbe essere ulteriore oggetto di ricerca in quanto il concetto di transazionalità e compensazione in un contesto SOA è sicuramente un tema all'avanguardia e attuale in questo periodo.
Pertanto non è prevista una utilizzabilità immediata della soluzione analizzata e sperimentata ma è sicuramente la base per l'impostazione di ulteriori programmi di ricerca e di ulteriori studi.

2.4 Brevetti

Nessun brevetto è stato registrato

2.5 Costi sostenuti

2.5.1 Confronto tra costi sostenuti e previsti secondo la seguente tabella

Costi in Migliaia di EURO

	Preventivo ricerca industriale	Consuntivo ricerca industriale	Preventivo sviluppo precompetitivo	Consuntivo Sviluppo precompetitivo
Personale	2.234	2.491	424	444
Spese generali	1.341	1.494	254	266
Attrezzature	139	24	24	-
Consulenze	151	92	34	44
Prestazioni di terzi	269	249	-	-
Beni immateriali	71	-	-	-
Materiali	150	178	-	0
Recuperi (da detrarre)	- 56	- 1	- 9	-
Subtotale (altri costi del progetto)	**4.300**	**4.529**	**727**	**755**
Progettazione e studi di fattibilità	-	-	-	-
Aree e fabbricati	-	-	-	-
Opere edili e infrastrutture	-	-	-	-
TOTALE	**4.300**	**4.529**	**727**	**755**

Alcune variazioni delle voci di costo rispetto al budget preventivato si sono rese necessarie per specifiche esigenze di approfondimento insorte nel corso della ricerca e particolari criticità da superare non prevedibili in fase iniziale.

La complessità delle variabili responsabili della tipicità delle produzioni campione oggetto di studio, con particolare riferimento alle innovative produzioni di Ortoreale rappresentative del comparto degli ortaggi IV e V gamma, caratterizzate da particolari criticità nelle varie fasi di approvvigionamento, stoccaggio, trasformazione e conservazione, si sono tradotti in un incremento dei costi di personale e materie prime, necessari per addivenire una completa caratterizzazione in termini di variabili di prodotto e di processo, ed ha reso necessario l'esecuzione di numerosi cicli di produzione, campionamento e caratterizzazione analitica, al fine di individuare su basi attendibili, replicabili nel tempo e statisticamente rilevanti, tutti i parametri operativi rispondenti ad una completa caratterizzazione delle produzioni oggetto di studio.

L'incremento della voce di spesa relativa al personale interno, il cui apporto è stato essenziale alla realizzazione delle attività e al raggiungimento degli obiettivi prefissati dal Capitolato, si è reso necessario per la risoluzione di particolari criticità da superare non prevedibili in fase iniziale e per addivenire ad una migliore qualità dei risultati, con particolare riferimento a specifiche tipologie di produzioni tipiche previste da capitolato, rappresentate sia dagli ortaggi IV e V gamma che dalle focacce farcite. In particolare, per quest'ultima produzione, l'attività di caratterizzazione è stata svolta internamente, e non attraverso consulenti esterni, avvalendosi del proprio personale interno e delle sinergie di produzione, essendo rientrata anche quest'ultima classe di prodotti, sulla base di specifiche esigenze e richieste di mercato, all'interno delle aree strategiche di innovazione e diversificazione di Ortoreale, facendo sì che venisse meno la necessità di una struttura esterna per le attività di caratterizzazione di tali produzioni.

L'esecuzione delle attività progettuali ha richiesto, quindi, una maggiore importo di risorse interne in termini di personale sia di tipo manageriale (per la gestione della complessità delle attività di ricerca ed il controllo di prodotti e processi) che di tipo tecnico-operativo per l'esecuzione dei cicli di produzione realizzati nel corso delle attività di progetto.

Si evidenza che gli obiettivi di progetto non sono mutati in conseguenza delle modifiche di budget apportate, ma anzi sono stati raggiunti con maggiore efficienza ed efficacia, pervenendo ad una migliore qualità dei risultati.

Per la realizzazione delle attività di ENCO si è resa necessaria una rimodulazione tra le singole voci del budget assegnato, in particolare la voce di spesa Personale è stata ridotta rispetto al valore iniziale in favore della voce Consulenze operando le necessarie correlate operazioni di calcolo della voce di costo Spese generali.

L'attivazione della voce di spesa **Consulenze** per un ammontare complessivo pari a € 21.300,00 si è resa necessaria alla Enco al fine di potersi avvalere di risorse esterne specializzate facenti parte di un team di esperti esterni con i quali l'azienda ha già collaborato, il cui apporto professionale integrato con le professionalità interne è stato essenziale alla realizzazione delle attività e al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

2.5.2 Per i progetti delle Regioni Convergenza PON 2007_2013 allegare il format di riepilogo specifico dei costi (Allegato A).

RIEPILOGO PON "R&C" 2007_2013

Costi nelle Regioni della Convergenza — Ricerca industriale [X] — Sviluppo precompetitivo [ ]

	COSTI SOSTENUTI DAL			
	CODICE PROGETTO MIUR: DM28953			
	DATA DI PROTOCOLLO MIUR DELLA DOMANDA 31/03/2006			
	DELIBERA MIUR DEL 18/12/2008 N 1456/RIC			
	IMPORTI IN Euro			
DESCRIZIONE	Dettaglio Costi per Regioni Convergenza			
	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia
A) Personale (dipendente e non dipendente) al netto deduzione 5% per assenze dovute a cause varie	805.927,55	551.246,50	-	603.125,42
B) Spese generali (max 50% del personale)	402.963,78	275.624,02	-	301.562,73
C) Attrezzature	12.983,83	586,26	-	-
E) Consulenze	25.783,00	29.882,73	-	-
F) Prestazioni di terzi	27.092,00	215.464,25	-	-
G) Beni immateriali	-	-	-	-
H) Materiali	43.938,00	137.412,04	-	-
I) Recuperi (da detrarre)	- 133,32	- 5.149,46	-	-
SUBTOTALE RICERCA & SVILUPPO	1.318.554,84	1.205.066,34	-	904.688,15
D1) Progettazione e studi di fattibilità				
D2) Aree e fabbricati				
D3) Opere edili e infrastrutture				
SUBTOTALE INVESTIMENTI				
TOTALE DEL PERIODO	1.318.554,84	1.205.066,34	-	904.688,15

RIEPILOGO PON "R&C" 2007_2013

Costi nelle Regioni della Convergenza — Ricerca industriale [ ] — Sviluppo precompetitivo [X]

	COSTI SOSTENUTI DAL	0		
	CODICE PROGETTO MIUR: DM28953			
	DATA DI PROTOCOLLO MIUR DELLA DOMANDA 31/03/2006			
	DELIBERA MIUR DEL 18/12/2008 N 1456/RIC			
	IMPORTI IN Euro			
DESCRIZIONE	Dettaglio Costi per Regioni Convergenza			
	Campania	Puglia	Calabria	Sicilia
A) Personale (dipendente e non dipendente) al netto deduzione 5% per assenze dovute a cause varie	74.416,18	128.411,37	-	164.122,36
B) Spese generali (max 50% del personale)	37.208,04	64.205,69	-	82.061,19
C) Attrezzature	-	-	-	-
E) Consulenze	3.912,48	27.000,00	-	-
F) Prestazioni di terzi	-	-	-	-
G) Beni immateriali	-	-	-	-
H) Materiali	44,00	-	-	-
I) Recuperi (da detrarre)	-	-	-	-
SUBTOTALE RICERCA & SVILUPPO	115.580,70	219.617,06	-	246.183,55
D1) Progettazione e studi di fattibilità				
D2) Aree e fabbricati				
D3) Opere edili e infrastrutture				
SUBTOTALE INVESTIMENTI				
TOTALE DEL PERIODO	115.580,70	219.617,06	-	246.183,55

2.5 Conseguenze economiche ed industriali

Le imprese di produzioni, indispensabili in fase progettuale su diversi fronti quali lo studio dei processi produttivi e lo studio sulle matrici alimentari e delle supply chain interessate, ritrovano nell'industrializzazione del sistema grossi interessi, potendo terziarizzare le fasi finali di processo che ad oggi incidono significativamente sui costi di produzione quali il condizionamento dei prodotti (che ad oggi richiede costosi impianti), lo stoccaggio specialistico. Inoltre riacquistano visibilità all'interno della filiera, potendo seguire la distribuzione dei propri prodotti sui mercati internazionali, nonché generano uno snellimento dei processi gestionali, che saranno integrati nel servizio innovativo.

La terziarizzazione del servizio da parte delle imprese produttrici in un contesto di "business integrato"genera infatti un'esigenza di servizio di ricerca sui prodotti da portare sulla piattaforma tecnologica per l'internazionalizzazione. Le esigenze dei singoli prodotti, per quanto standardizzabili in famiglie in base alle caratteristiche biologiche, possono presentare esigenze particolari legate a variabili non prevedibili in fase di sviluppo del servizio. Di volta in volta quindi, sulla base dei modelli di studio messi a punto nel progetto, potranno essere fornite competenze per la ricerca di soluzioni ottimali di trattamento dei prodotti al fine di renderli compatibili e valorizzati con la flessibilità del sistema.

Sulla base degli obiettivi conseguiti nel corso delle attività di progetto, si prevede un ampliamento dell'offerta su settori non ancora coperti di mercato (paste fresche, prodotti V gamma ed insaccati) e su settori già consolidati (snack, biscotti, ecc.) grazie anche all'impiego di strutture biodegradabili.
Allo stato, è stata ipotizzata un'industrializzazione dei risultati attraverso l'acquisizione di un nuovo impianto rotocalcografico, idoneo a processare i materiali innovativi oggetto del programma di ricerca effettuato, con un conseguente incremento occupazionale.
L'incremento di fatturato attualmente stimato è in linea con quello preventivato nel capitolato tecnico e pari al 4-5% annuo (per i tre anni successivi al progetto) nei settori oggetto del programma.

L'analisi svolta ha dimostrato che non esistono ancora soluzioni ed ambienti open source come quello sviluppato in FOODSYS. Pertanto, la soluzione realizzata (metodologia, ambiente di progettazione e sviluppo, piattaforma di runtime e deployment) potrebbe costituire una novità sul mercato.
Alcuni dei temi sono ancora oggetto di ricerca e pertanto vanno ancora analizzati e sviluppati prima di poter essere riportati in contesto industriale.
Per quanto concerne i principali moduli che compongono e realizzano il PGO dopo le fasi di industrializzazione potrebbero essere sicuramente sfruttati.
Il progetto FOODSYS ha rappresentato sicuramente una valida opportunità per acquisire tutto il Know-How sugli scenari SCM ed in particolare sulle tecnologie BPMN, Semantic web, RFID ed una ulteriore conseguenza economica può essere intravista nello sviluppo di consulenze proprio su questi temi.

In definitiva, alla luce di quanto ottenuto, il progetto FOODSYS potrebbe aprire ad ENGINEERING Ingegneria Informatica S.p.A. ed all'intero Gruppo ENGINEERING diverse prospettive di utilizzo, prima tra tutte la presenza significativa nel mercato delle filiere agroalimentari che si sta delineando in virtù della politica nazionale di valorizzazione dei ***prodotti tipici di qualità*** e anche nei mercati internazionali.

Per quanto riguarda il modulo di gestione delle transazioni e delle eccezioni in un contesto SOA va inquadrato nel contesto della ricerca e della piattaforma Foodsys e le conseguenze e le ricadute industriali per questo modulo solo quelle riportate in quanto modulo della piattaforma Foodsys.
Non è prevista per tale modulo, allo stato dell'arte, una attività immediata di industrializzazione perché oggetto di ulteriore analisi e ricerca ma comunque resta un a ricerca, e quindi un risultato della ricerca dedicato a quella piattaforma.

Tuttavia ciò che può essere sfruttato e quindi avere un ritorno di tipo economico è la notevole competenza acquisita in termini di gestione dei processi transazionali e delle problematiche ad essi collegate. Tale competenza, sicuramente richiesta dal mercato anche in contesti diversi, soprattutto nel mercato del commercio elettronico e generalmente del mondo bancario, potrebbe essere oggetto di consulenze specialistiche e quindi di investimenti nella creazione di un gruppo di competenza.

2.6 Riconferma delle previsioni di sfruttamento in ambito comunitario dei risultati della ricerca

Coerentemente con quanto riportato in capitolato tecnico, i risultati manifestano soluzioni di ampio respiro che intervengono organicamente sui molti aspetti del funzionamento della supply chain, da quello della definizione corale delle strategie (vedi, ad es., il servizio e-QFD), a quello dell'ottimizzazione in un unico processo di tutti i partecipanti alla rete, impegnati sia in aspetti di produzione, che di logistica.

Nel funzionamento della Supply Chain, si tratta di passi in avanti di notevole portata che richiedono il loro tempo, di "acclimatamento culturale", da parte delle PMI. Ma quando questo acclimatamento sarà avvenuto, il target di utenza per un sistema integrato quale quello proposto e sviluppato attraverso il progetto Foodsys è semplicemente enorme, forse totale, nel senso che le caratteristiche possedute da questa piattaforma sono tali che ogni rete di imprese vorrà goderne e, quindi, in definitiva, tutte le PMI che tendono sempre più ad operare nel contesto di una Supply Chain.

Un'impresa che applica come migliore strategia di successo una visione integrata della filiera a cui appartiene, risulta competitiva perchè è in grado di massimizzare la sua attività per soddisfare il cliente finale, protagonista fondamentale della supply chain, perché se soddisfatto paga e tutti gli anelli ne risentono migliorando efficacia e prestazione.

Per mantenere sempre alta l'efficacia e la competitività dall'azienda, anche in un contesto di mercati internazionali, l'attenzione deve essere focalizzata sull'intera filiera e non sulla singola fase. La strategia più idonea a risolvere questo problema è senza dubbio coltivare la capacità di valorizzare il potere complessivo della catena produttiva a cui si appartiene.

Il sistema proposto nel presente progetto consente pertanto di ottenere le seguenti ricadute industriali:

- maggiore conoscenza dei modelli di valorizzazione delle produzioni nazionali
- maggiore shelf life
- riduzione del lead time;
- cooperazione più stretta tra cliente e fornitori;
- maggiore sincronismo;
- migliore pianificazione e controllo;
- migliore gestione dei problemi di accesso ai mercati;
- l'utilizzo di un flusso continuo di materiale e di informazioni attraverso i vari anelli della catena produttiva.

Lo sfruttamento industriale sarà preceduto da una fase di industrializzazione che, pure, non è inclusa nel progetto Foodsys. Sia la fase di industrializzazione, che quella di sfruttamento industriale, comunque, non avranno vincoli di localizzazioni, essendo il sistema Foodsys di tipo "pervasivo".

I singoli risultati tecnologici ottenuti dalle imprese partecipanti al progetto verranno primariamente industrializzati nelle sedi stesse di pertinenza.

Lo sfruttamento industriale dei risultati di progetto per quanto riguarda i nuovi sistemi di confezionamento, ad esempio, avrà luogo nello stabilimento attuale della Icimendue, sito nella zona ASI Marcianise Sud (CE).

Il programma di industrializzazione della piattaforma informativa verrà svolto invece a Torre Annunziata (NA) presso la sede di Engineering Ingegneria Informatica S.p.A.
Esso prevede l'allestimento di un laboratorio appositamente dedicato al fine di supportare l'introduzione sul mercato. La commercializzazione del sistema sarà affidata alla direzione commerciale Industria e Servizi di Engineering, perché possiede una struttura commerciale ramificata su tutto il territorio nazionale ed in via di espansione sul territorio europeo ed inoltre possiede una quota molto significativa del mercato nazionale dell'ICT.

2.7 Ricadute occupazionali

Il progetto ha contribuito alla definizione di nuove figure professionali che devono essere in grado di gestire la complessità del sistema. L'integrazione dei processi di filiera richiede infatti una preparazione multidisciplinare sui diversi segmenti della filiera, con l'obiettivo di ridisegnare i processi aziendali con una visione di contesto allargato sull'intera filiera. Si è quindi delineata una nuova figura professionale quale il "manager di filiera".

L'industrializzazione dei risultati del progetto dovrà necessariamente far nascere questo tipo di figura professionale, stimando la nascita di una funzione dedicata ogni 100 imprese coinvolte nel sistema.
Per quanto riguarda le singole imprese coinvolte nel progetto, il sistema integrato messo a punto definisce percorsi di crescita anche professionale nell'ambito delle medie e piccole realtà, offrendo tecnologie dedicate ad un comparto ad oggi con un livello tecnologico basso. La possibilità di coinvolgimento nell'ambito di una piattaforma di tecnologie e servizi innovativa, sarà in grado di generare funzioni dedicate interne alle imprese, al fine di interagire con la piattaforma stessa.

Il Responsabile del progetto

Il Legale Rappresentante

TECNOALIMENTI S.C.p.A.

ADDENDUM

PARTE I

APPROFONDIMENTO SULLO STUDIO DELLA E-PLATFORM NEL CONTESTO FOODSYS

(Engineering Ingegneria Informatica)

1.1.1 Analisi e studio del Supply Chain Management

Uno dei primi obiettivi/attività preventivate era lo studio e la definizione delle funzionalità di un sistema di gestione di una Supply Chain (SC). Tale obiettivo si è concretizzato sia nello studio e nell'analisi delle caratteristiche di una SC sia nell'analisi dei ***modelli*** di SC.

Non è più possibile immaginare che un'impresa possa risultare competitiva nel lungo periodo muovendosi isolata dal contesto della filiera produttiva: per sfruttare le nuove condizioni di mercato è indispensabile non operare in modo totalmente indipendente rispetto alle imprese "a monte" e "a valle". Si assistite ad un rapido processo di focalizzazione, da parte di tutte le grandi aziende, sulle proprie attività "core", con relativo trasferimento di molte tecnologie, valutate "no-core", verso organizzazioni esterne.

Le nuove logiche dei processi produttivi si fondano su una revisione dell'intera catena di business attraverso il controllo dell'intero processo: dai fornitori ai clienti. I diversi soggetti della filiera produttiva tendono a reagire gestendo e coordinando in comune il processo produttivo attraverso una maggiore e più penetrante integrazione gestionale ed operativa, eliminando, per quanto possibile, le barriere tra i partner commerciali. Cambia profondamente l'ottica di gestione: l'efficacia dell'intero processo produttivo diventa più importante dell'efficacia del singolo dipartimento.

Il successo di un'impresa in un mercato, dunque, è sempre più indissolubilmente condizionata dalla competitività della catena del valore nella quale è posizionata. In altre parole, un'impresa, per quanto efficiente ed efficace nel perseguire gli obiettivi di mercato, può trovarsi in serie difficoltà se a monte e a valle deve interagire con soggetti inefficaci e lontani dalle reali esigenze di mercato, "importandone", per così dire, inefficienze ed incapacità.

Con l'affermarsi di fenomeni come la competizione basata sulla differenziazione del prodotto, la globalizzazione dei mercati, la delocalizzazione della produzione, l'innovazione tecnologica, il *Just In Time* ed la *Total Quality*, il ruolo del *supply chain management* ha acquisito un ruolo strategico. In particolare viene data rilevanza agli obiettivi della catena, oltre che alle sue implicazioni oggettive e soggettive, cioè alla creazione di valore per il cliente finale.

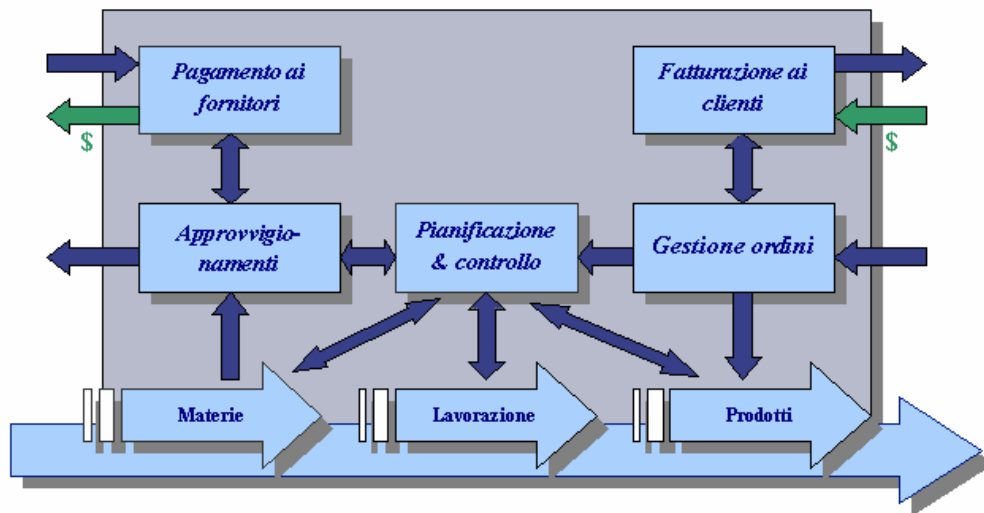
Oggetto del ***S****upply* ***C****hain* ***M****anagement* è ovviamente la catena di fornitura, la *Supply Chain*, o *Value Chain*, intesa come la serie di più entità (organizzazioni o individui) direttamente coinvolte in flussi di prodotti, servizi, denaro e/o informazioni lungo un asse ideale che va dai fornitori dei fornitori ai clienti dei clienti. Normalmente, infatti, diverse aziende indipendenti sono coinvolte nel processo di produzione di un articolo e in quello di fornitura agli utenti finali; sono membri di una *supply chain*, ad esempio, produttori di componenti e materie prime, assemblatori del prodotto, grossisti, rivenditori, compagnie di trasporto.

Le definizioni a cui si può far riferimento nel tentativo di descrivere sinteticamente il concetto di ***S****upply* ***C****hain* ***M****anagement* (SCM) sono numerose, ognuna della quali, di volta in volta, ne evidenzia particolari aspetti; tuttavia, è possibile riassumerne il concetto generale se lo si descrive come un "*approccio integrato, orientato al processo dell'approvvigionamento, della produzione e della consegna di prodotti e della prestazioni di servizi ai clienti*".

Il SCM si esplicita attraverso la gestione delle relazioni con i sub-fornitori, i fornitori, gli intermediari, i distributori, i clienti finali in interdipendenza con le operazioni interne, per quanto concerne le materie prime, i semilavorati, i prodotti finiti, generando un flusso economico / finanziario e di informazioni tra i soggetti interessati.

Il termine *Supply Chain Management* indica, quindi, la gestione coordinata ed integrata delle diverse fasi che accompagnano le merci dalla presa in consegna delle materie prime alla consegna finale al cliente, passando attraverso le diverse ed eventuali trasformazioni intermedie. Non si tratta unicamente della gestione di un flusso fisico, ma anche informativo e finanziario.

Nella figura seguente è riportato un modello esemplificativo di SCM, nel quale imprese della stessa filiera produttiva operano come un'unità commercialmente integrata, verso i fornitori di materie prime e verso i clienti, gestendo in comune le fasi di acquisizione delle materie prime (pagamento ai fornitori, approvvigionamento), della loro lavorazione

e distribuzione (fatturazione ai clienti, gestione ordini), nonché della pianificazione dei processi interni alla catena del valore.

Il SCM è un modello nuovo e rappresenta l'estensione del tradizionale concetto di logistica. Quest'ultima si occupava dell'ottimizzazione dei flussi all'interno dell'azienda mentre il SCM sostiene che l'integrazione interna non è sufficiente, ma bisogna allargare i confini verso gli operatori a monte e a valle della catena.

L'efficienza di questa integrazione dipenderà della capacità di assemblare insieme "***3 c***":

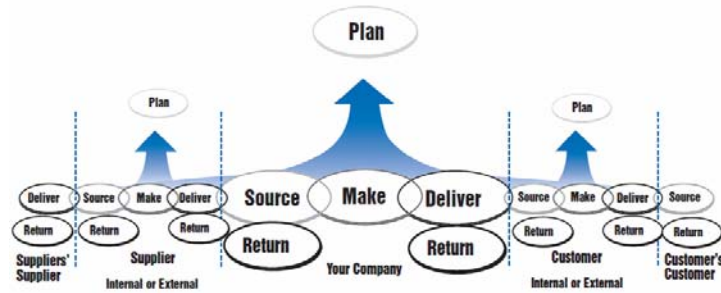
- *comunicazione*, ossia condivisione dei piani, degli ordini, delle previsioni, dei livelli di capacità produttiva e di scorte, dei trend di vendita e domanda; la comunicazione consente di monitorare in modo efficace le diverse fasi di gestione dell'ordine a vantaggio dell'efficienza dei processi;
- *coordinamento*, nel senso che quanto sopra non dovrà essere imposto dal produttore ma concordato; il coordinamento delle operazioni permette di ridurre i tempi tra l'ordine e la consegna, adottando un approccio just in time con i vantaggi ad esso legati in termini di immobilizzo scorte, costi della produzione e di gestione dei magazzini;
- *cooperazione*, intesa come capacità di concordare obiettivi e mutui benefici; attraverso la comunicazione e lo scambio di informazioni il livello di cooperazione tra i soggetti presenti lungo la *Supply Chain* aumenta in modo significativo, riducendo errori e tempi, e ottimizzando le attività preliminari alle fasi produttive e distributive.

L'idea del SCM di vedere la catena come un unico sistema e di definire la gestione dei vari componenti in modo tale da produrre le migliori prestazioni del sistema globale su un lungo periodo è comunque estremamente difficile da essere messa in pratica, a causa del numero e della complessità delle decisioni da prendere e della complessità delle realtà inter e intra-aziendali su cui tali decisioni devono essere applicate.

Il ***S****upply* ***C****ouncil* (SCC), un'organizzazione indipendente, no-profit, di livello mondiale fondata nel 1996 e che conta ora oltre 750 membri, ha preso l'iniziativa di sviluppare un modello standard per la gestione delle Supply Chain, il ***S****upply* ***C****hain* ***O****perations* ***R****eference* (SCOR) *model*.

Il modello SCOR è chiamato anche *Process Reference Model*, uno strumento manageriale di conduzione delle imprese coerente con l'approccio per processi. Esso consente di implementare, lungo tutta la filiera produttiva, analisi e strumenti standard che rendono più semplice e immediata la comparazione delle prestazioni reali dei processi produttivi:

- descrizioni standard dei processi gestionali
- schematizzazione delle complicate relazioni tra i processi
- sistemi comuni di misurazione delle prestazioni dei processi
- orientamento all'implementazione delle pratiche gestionali "best in class"
- allineamento alle caratteristiche e funzionalità software.

Il modello SCOR si basa sulla presentazione di una supply chain integrata che tiene in considerazione tutti i livelli di fornitura, produzione e distribuzione fino al cliente finale e consta di quattro livelli gerarchici. La figura seguente mostra l'infrastruttura del modello SCOR.

Al livello top vengono definiti i processi principali di un'azienda che vengono raffigurati in modo schematico.

I processi di livello 1 sono poi ulteriormente scomposti in categorie di processo (Livello 2) a seconda del tipo di ambiente in cui il modello SCOR è applicato. Il secondo livello equivale a una rappresentazione dettagliata dei processi, ovvero alla configurazione del livello 1, e descrive i vari processi di pianificazione, di approvvigionamento dei materiali, di produzione e consegna fino allo smaltimento finale.

Il terzo livello del modello SCOR è il cosiddetto livello di strutturazione. Il livello 2 viene scomposto in elementi di processo, che rappresentano il terzo e l'ultimo livello del modello SCOR. Al livello 3 gli elementi del modello contengono gli attributi di performance, le metriche, le migliori pratiche e le caratteristiche del software necessari per tale elemento.

I livelli implementativi si trovano al di sotto del livello 3, e sono quelli in cui gli elementi del processo sono scomposti in tasks e successive attività nel modo classico gerarchico, ma non sono nello scope del modello SCOR.

I cinque processi chiave di una supply chain (processi di Livello 1) sono:

- la pianificazione (Plan)
- l'approvvigionamento (Source)
- la produzione (Make)
- la consegna (Deliver)
- la restituzione (Return)

Il *Plan* rappresenta l'insieme dei processi atti al bilanciamento della domanda e dell'offerta al fine di definire una sequenza di azioni che consenta al meglio il soddisfacimento delle "regole di business" predefinite. I processi di tipo PLAN stabiliscono i piani per l'intera Supply Chain e sono collegati ad aspetti quali valutazione delle risorse, aggregazione ed ordinamento della priorità della domanda, pianificazione degli inventari, esigenze della distribuzione e della produzione, decisioni di capacità massima per tutti i prodotti e tutti i canali, gestione della struttura di pianificazione, decisioni di "make or buy", configurazione della supply chain, pianificazione delle risorse e delle capacità a lungo termine, business planning, fasi di entrata ed uscita del prodotto, aumento della capacità produttiva, gestione del ciclo di vita del prodotto, gestione della linea di produzione.

Il *Source* rappresenta l'insieme dei processi riferiti all'approvvigionamento di beni e/o servizi per il soddisfacimento della domanda (effettiva e/o pianificata). Tali processi includono le attività di ottenimento, ricezione, ispezione, trattenimento e distribuzione dei materiali, e di gestione delle infrastrutture di approvvigionamento (certificazione e feedback dai fornitori, valutazione della qualità degli approvvigionamenti, contratti con i venditori e relativi pagamenti).

Il *Make* rappresenta l'insieme dei processi riferiti alla trasformazione dei beni nello stato finito per il soddisfacimento della domanda (effettiva e/o pianificata). Tali processi sono i core process del sistema in cui avviene la produzione effettiva e includono le attività di richiesta e ricevimento dei materiali, lavorazione e testing dei prodotti, imballaggio, mantenimento ed eventualmente cessione dei prodotti.

Il *Deliver* è l'insieme dei processi riferiti alla distribuzione di beni/servizi per il soddisfacimento della domanda (effettiva e/o pianificata). Tali processi includono le attività di gestione degli ordini (inserire e mantenere gli ordini, generare quotazioni, configurare i prodotti, creare e mantenere database dei prodotti/costi, creare e mantenere database dei clienti, gestire le allocazioni dei prodotti, gestire i crediti e le fatturazioni), gestione dei trasporti (gestire il trasporto

merci, gestire l’import/export dei prodotti), gestione della distribuzione, gestione degli inventari, valutazione della qualità della distribuzione.

I processi di tipo *Return* sono stati gli ultimi ad essere aggiunti al modello SCOR e sono relativi al flusso inverso di materiale e informazioni. Le attività dei processi di tipo Return sono relative alla gestione di prodotti difettosi, da revisionare/riparare, oppure a prodotti in surplus. Per ciascuno di questi casi sono definiti processi sia relativamente ai prodotti ricevuti dai fornitori che a quelli consegnati ai clienti. Tali processi includono le attività di autorizzazione alla restituzione del prodotto, schedulazione dei carichi di prodotto, e restituzione dei prodotti difettosi, ricezione dei prodotti difettosi, verifica, eliminazione e sostituzione dei prodotti.

Il Livello 2 definisce le varie categorie all'interno dei tipi di processi del Livello 1. A questo livello i processi sono configurati in linea con la strategia della supply chain. Al livello 2 ridondanze interne possono essere individuate ed eliminate: il modello SCOR fornisce un kit di categorie di processo.

All’interno dei processi principali (Plan, Source, Make, deliver e Return), pertanto, viene definita una struttura universalmente valida, su cui il modello pone la propria attenzione in base all’ambiente di produzione.

Ciascuna categoria di processo può appartenere a una di queste tre tipologie: *planning*, *execution*, *enable*.

Le categorie di processo che appartengono alla tipologia *planning* pianificano sia la supply chain nella sua globalità che gli specifici processi di esecuzione. Supportano l’allocazione delle risorse rispetto alla domanda prevista, sono eseguiti, generalmente, in modo periodico e sono strettamente legati alla flessibilità della supply chain rispetto ai cambiamenti della domanda.

Le categorie di processo che appartengono alla tipologia *execution* sono quelle innescate dalla domanda corrente o pianificata e che modificano lo stato dei beni materiali e che sono collegate al tempo di ciclo di evasione degli ordini. Tali categorie di processo rappresentano il *core* della supply chain. Appartengono a questa tipologia quasi tutte le categorie di processo relative ai tipi *Source*, *Make*, *Deliver* e *Return*.

Le categorie di processo che appartengono alla tipologia *enable* sono quelle che definiscono la costituzione di un particolare elemento di processo. Sono categorie di supporto alle altre e preparano e controllano il flusso di esecuzione tra gli altri processi.

Il Livello 3 consente alle aziende di definire in dettaglio le caratteristiche dei processi, nonché i parametri di rendimento e le best practices per ciascuna attività. Sono inoltre individuate le funzionalità del software necessarie per supportare le migliori pratiche, così come il software commerciale e gli strumenti che attualmente forniscono tali funzionalità.

Il Livello 4 (così come gli eventuali altri livelli implementativi) descrive i compiti dettagliati nell'ambito di ciascuna delle attività di livello 3. Questi compiti, e le loro interazioni, sono specifici per ogni attività.

Tutti i livelli al di sotto del livello 3 sono esclusi dal modelli SCOR in quanto hanno caratteristiche specifiche per le particolari aziende, e pertanto non congruenti con l’dea di SCOR di un modello indipendente dalla particolare realtà aziendale.

1.1.2 Studio e definizione tecnologie e standard

I successivi obiettivi/attività consistevano nello studio e nella definizione delle soluzioni architetturali finalizzate alla definizione dell’architettura della piattaforma di gestione della SC. E‘ stato altresì necessario occuparsi degli standard attualmente in uso nei contesti internazionali, dei processi e della selezione delle tecnologie di base sempre funzionali alla definizione architetturale.

In sintesi si affrontano e si sperimentano soluzioni tecnologiche quali ESB, Web services semantici, BPM e di seguito se ne riporta l’evidenza.

1.1.2.1 Le tecnologie e gli standard

La forte diffusione dei sistemi informativi all’interno delle aziende ha portato in primis alla necessità di poter integrare piattaforme differenti. Questo tipo di esigenza sorge non solo tra aziende, ma addirittura all’interno della medesima azienda nella quale, per motivi storici e organizzativi, diverse divisioni hanno operato scelte tecnologicamente differenti nella realizzazione del proprio sistema informativo. Tale integrazione richiede notevoli sforzi sia di tipo organizzativo che di tipo tecnologico in grado di mediare tra la necessità delle aziende in questione di scambiarsi informazioni e la necessità opposta di mantenere una certa autonomia.

Dal punto di vista organizzativo è plausibile immaginare che ogni azienda possa fornire servizi e al contempo utilizzarne. D'altro canto dal punto di vista tecnologico affinché questa interoperabilità sia fattibile, le aziende devono accordarsi su un linguaggio comune di descrizione dei servizi in modo tale da riconoscere cosa mette a disposizione un sistema.

Una delle possibili soluzioni per l'integrazione di sistemi eterogenei è fornita da un:

Enterprise Service Bus.

Un ***E****nterprise* ***S****ervice* ***B****us* (ESB) è un'infrastruttura software che fornisce servizi di supporto ad architetture SOA complesse. Un ESB si contraddistingue come soluzione migliorativa, rispetto ad altre più classiche di tipo SOA oriented in quanto ad esso sono delegati i servizi comuni, denominati *core service*, che andrebbero altresì realizzati.

E*nterprise* ***S****ervice* ***B****us* (ESB) è un termine relativamente giovane nel settore del software e rappresenta, contrariamente alle soluzioni proprietarie, un prodotto basato su standard per i problemi legati all'integrazione basato su un'architettura orientata ai servizi (SOA).

Un Enterprise Service Bus è l'elemento centrale per la comunicazione tra i servizi in una architettura service oriented e può essere definito come un middleware in grado di riunire varie tecnologie di integrazione, al fine di creare servizi di business ampiamente disponibili per il riuso.

Un ESB garantisce le stesse funzionalità dei tradizionali EAI Broker (connettività, adattatori per le applicazioni, instradamento dei messaggi basato su regole e motori di trasformazione dei dati), con due fondamentali differenze.

Dal punto di vista della tecnologia, la differenza è data dallo standard, perché le stesse funzionalità offerte dalle soluzioni basate su tecnologie proprietarie, possono essere ora fruite in maniera standardizzata (standard ampiamente utilizzati sono: JDBC, JCA, JMS, JMX , WSDL, UDDI, SOAP, JAX-RPC, JAXM, JAXR, SSAJ, XQuery, XPath, JBI, BP4WLS).

Dal punto di vista architetturale, poi, un ESB non si basa sul modello centralizzato del tipo Hub-and-spoke, ma su di un'architettura distribuita a bus condiviso. Questo significa che, in un'infrastruttura ESB, tutte le applicazioni sono integrate ed interagiscono tra loro operando come "servizi".

Un ESB connette i servizi usando standards che sono stati sviluppati per i web services di prima generazione e per i servizi SOA di seconda generazione (SOAP, WSDL/XSD, WS-*). Questo approccio dovrebbe essere seguito non solo per i business endpoints ma anche per i servizi infrastrutturali. Un ESB ideale infatti non usa gli standards solo per le connessioni esterne ma è esso stesso realizzato con servizi standardizzati. L'utilizzo degli standard permette di ridurre le soluzioni proprietarie chiuse e costose tipiche dei tradizionali prodotti EAI riducendo il *vendor lock-in* ed i costi legati alle consulenze specialistiche ed alle licenze.

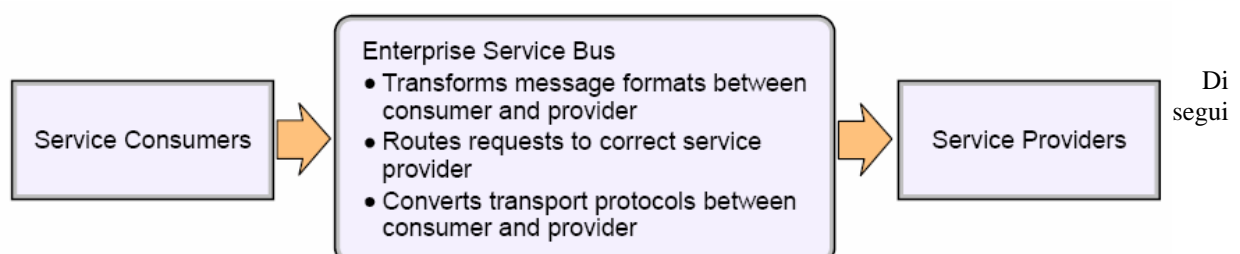
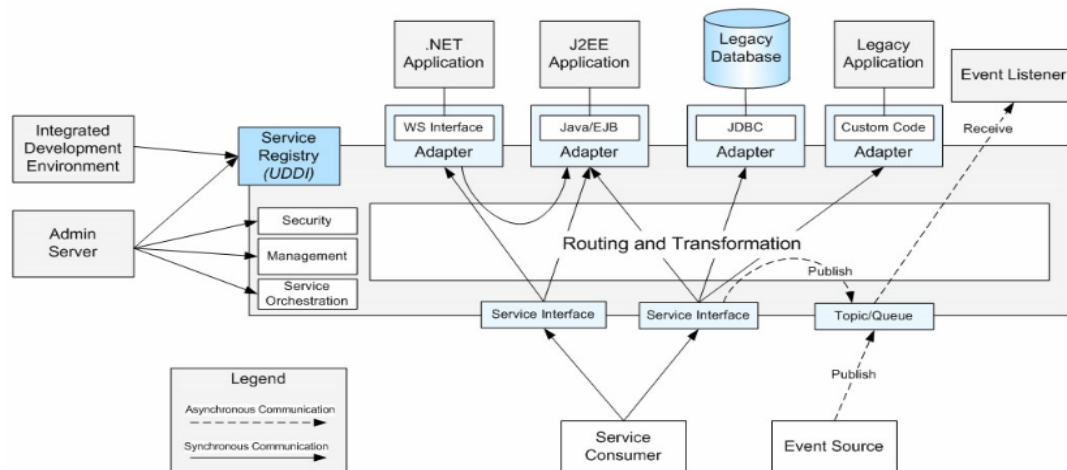
Al fine di attuare una SOA, sia le applicazioni che le infrastrutture devono sostenere i principi SOA. Dal punto di vista delle applicazioni è necessaria la creazione di interfacce per i servizi esistenti o nuovi, sia direttamente che attraverso l'uso di adattatori. Dal punto di vista dell'infrastruttura invece devono essere presenti capacità che permettono di dirigere e trasportare le richieste di servizio verso il corretto provider. Il ruolo di un Enterprise Service Bus è proprio quello di portare nell'infrastruttura queste funzionalità.

Un Enterprise Service Bus rappresenta pertanto un elemento vitale per l'implementazione di una Service Oriented Architecture, in quanto soddisfa esigenze comuni nelle odierne infrastrutture, quali ottenere livelli di servizio adeguati o operare e integrarsi in un ambiente eterogeneo.

L'Enterprise Service Bus supporta in un'unica infrastruttura i tre principali stili di Enterprise Integration:

- *Architettura Service Oriented* in cui le applicazioni comunicano attraverso servizi riusabili caratterizzati da interface ben definite;
- *Architettura Message Driven* in cui le applicazioni inviano messaggi attraverso l'ESB ad altre applicazioni;
- *Architettura Event Driven* in cui le applicazioni generano e consumano messaggi l'una indipendentemente dalle altre.

Volendo limitarsi alle sue peculiarità base, un ESB può essere descritto come l'infrastruttura a bus che permette l'integrazione logica tra service provider e service consumer attraverso la trasformazione dei formati dei messaggi e il loro routing, eventualmente basato sul loro contenuto.

Di segui

to è riportata una rappresentazione schematica di una architettura ESB all'interno della quale sono presenti i vari moduli che forniscono le funzionalità di un ESB.

La prima caratteristica fondamentale di un ESB è il ***routing***, cioè la capacità di decidere il destinatario di un messaggio durante il suo trasporto e di controllare quindi il flusso dei messaggi.

Nelle applicazioni tradizionali gli sviluppatori inserivano nelle applicazioni *enterprise* sia la logica di business sia la logica di comunicazione. Il problema di questo modello era però che lo sviluppatore doveva avere una visione a livello globale dei sistemi di interconnessione o, ancor peggio, tali informazioni venivano incorporate nel codice con la conseguenza che, una qualunque variazione nelle connessioni tra i sistemi portava alla riscrittura dell'applicazione. In un ESB invece, le applicazioni e i servizi event-driven sono connessi attraverso il bus come *abstract endpoints*. Questi abstract endpoints sono legati insieme in modo debolmente accoppiato che permette loro di operare indipendentemente l'uno dall'altro. Un integration architect usa l'ESB per legare insieme gruppi di abstract endpoint che formano processi di business compositi.

Un endpoint può rappresentare vari sistemi: un'operazione discreta (ad esempio un servizio specializzato), un collegamento locale a un adattatore per una applicazione, o una chiamata a un Web service esterno. Le applicazioni e i servizi possono essere situati fisicamente in qualunque punto accessibile dal bus.

In un ESB, i dati vengono passati tra gli endpoint utilizzando messaggi. Il coordinamento del passaggio del messaggio sfrutta un concetto noto come *itinerary-based routing* secondo il quale un integration architect definisce il processo di composizione del business collegando i servizi in modo da formare un percorso che contiene una sequenza di passi intermedi per il processo stesso. Il messaggio stesso contiene la lista di indirizzi che deve visitare; i dettagli dell'itinerario sono rappresentati come metadati XML e caricati nel messaggio durante il suo percorso attraverso il bus da un service container al successivo. Ogni passo può invocare uno o più servizi ESB, altri processi ESB o un web service connesso all'ESB stesso. Una volta definito un percorso, è possibile inoltrarvi un messaggio; l'ESB fornirà un ambiente di esecuzione totalmente distribuito per il processo in questione.

Il concetto di percorso contribuisce alla natura distribuita dall'architettura ESB eliminando la dipendenza da un engine centralizzato che gestisce il routing, il quale potrebbe potenzialmente essere un *single point of failure*.

Un altro tipo di routing, il *content-based routing*, introduce una serie di regole o logiche di business che vengono applicate al contenuto del messaggio e che permettono all'ESB di instradare messaggi a specifici service providers in base al loro contenuto.

La prima caratteristica fondamentale di un ESB è il ***message transformation***.I messaggi su cui è basata la comunicazione tra i servizi possono essere in formato XML, ma anche in un formato proprietario. Un tipo di servizio di mediazione è il servizio di trasformazione che converte il formato dei messaggi scambiati tra i servizi in un altro formato. Queste trasformazioni sono molto importanti per l'integrazione in quanto spesso le applicazioni non sono caratterizzate da formati di dati comuni.

Per aumentare le performance e ridurre la complessità associata ai processi di mapping alcune soluzioni ESB possono fornire anche funzionalità di mapping aggiuntive. I dati possono essere scomposti, duplicati, aggregate o arricchiti, permettendo all' ESB di soddisfare le varie richieste dei servizi. Forme speciali di trasformazione sono normalizzazioni, arricchimento del contenuto, filtri sul contenuto o wrappers.

Possono essere mediate anche le differenze nella comunicazione semantica, ad esempio connettendo una applicazione che si aspetta un pattern di comunicazione request - reply con una applicazione che effettua comunicazioni one - way.

Concettualmente analoga alla precedente è la terza caratteristica fondamentale di un ESB: ***protocol transformation***. La mediazione del protocollo supera le differenze nei protocolli di comunicazione; un ESB dovrebbe infatti essere in grado di integrare applicazioni con differenti protocolli di trasporto. Un ESB ha la capacità di convertire i protocolli di trasporto in ingresso in differenti protocolli in uscita; questa sua funzionalità è chiamata appunto *transport protocol conversion*.

I componenti che hanno lo scopo di facilitare le operazioni d'integrazione per le applicazioni che devono essere integrate sono chiamati *Protocol Adapters*. Molte soluzioni ESB forniscono una serie completa di Adapter predefiniti per i vari protocolli con conseguente riduzione dello sforzo necessario per integrare le applicazioni in una Service Oriented Architecture. Per protocolli che non sono supportati è possibile o acquistare un adapter da terze parti o svilupparne uno personalizzato.

Infine, tra le carattersitiche fondamentali di un ESB è da annoverare la sua capacità di invocare i servizi integrati, inviando loro delle richieste e ricevendo risposte da essi. Per poter fare ciò, un ESB deve supportare gli standards per la comunicazione dei Web Service come SOAP, WSDL, ***U****niversal* ***D****escription* ***D****iscovery and* ***I****ntegration* (UDDI) e la famiglia di standards WS-*. Inoltre deve implementare le API JMS e JCA per l'integrazione con sistemi MOM e application servers. Chiaramente un ESB deve anche essere in grado di gestire i protocolli sottostanti come TCP, UDP, HTTP o SSL. Un ESB supporta chiamate sincrone e asincrone ai servizi e a volte callbacks.

J*ava* ***B****usiness* ***I****ntegration* (JBI) è lo standard che definisce un'architettura per affrontare le problematiche d'integrazione in modo standard e portabile. Questo standard è alla base di molte implementazioni di Enterprise Service Bus.

L'idea di base è di potere definire dei contenitori di servizi che consentano la System Integration e permettere quindi a sistemi inizialmente non progettati per lavorare insieme di cooperare tra loro come se fossero un'unica applicazione. In questo modo lo sviluppatore sarà in grado di sviluppare un'applicazione "assemblando" le funzionalità necessarie, utilizzando gli opportuni componenti plug-in JBI.

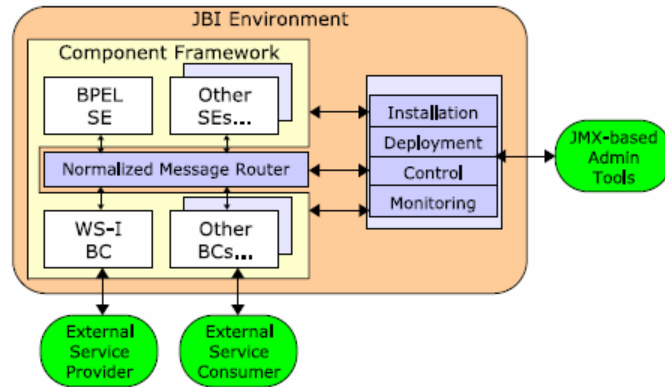
I componenti plug-in JBI forniscono la logica di integrazione per connettere applicazioni Java con applicazioni non-Java, risorse legacy e pacchetti applicativi. I componenti non interagiscono direttamente l'uno con l'altro, ma JBI agisce come un mediatore tra i servizi.

Questa separazione dei partecipanti nello scambio messaggi è la chiave del disaccoppiamento tra fornitori e utilizzatori dei servizi ed è alla base delle architetture service oriented in genere ed in particolare delle soluzioni di integrazione. In questo modo infatti viene garantita flessibilità in quanto il fornitore e il consumatore del servizio non sono assolutamente interconnessi. Inoltre in questo modo il processo di scambio è asincrono.

Nell'ambiente JBI, fornitori e utilizzatori di servizi interagiscono sempre in base all'interfaccia esposta dal servizio. I servizi forniti dai componenti sono descritti al JBI utilizzando WSDL 1.1 o WSDL 2.0.

JBI fornisce un ambiente in cui risiedono i componenti plug-in che fornisce una serie di funzionalità per semplificare l'esecuzione dei servizi offerti, l'interazione tra i componenti e anche la gestione dell'intero sistema.

Il cuore dell'architettura JBI comprende principalmente, all'interno della stessa Java Virtual Machine, i seguenti componenti:

- Componenti JBI plug-in;
- Normalized Message Router;
- Componenti di management.

Al centro dell'ambiente JBI si trova il ***N**ormalized **M**essage **R**outer* (NMR) che fornisce l'infrastruttura di scambio messaggio e permette quindi ai componenti di interoperare. L'ambiente JBI offre inoltre l'infrastruttura all'interno della quale i componenti JBI possono essere inseriti (*Component Framework*). JBI definisce infine una serie di controlli standard basati su JMX che permettono a dei tools di amministrazione esterni di effettuare una serie di operazioni di gestione del sistema. Esterni all'ambiente JBI ci sono poi i *service consumers* e *providers* che rappresentano le entità esterne che devono essere integrate.

La standardizzazione introdotta da JBI consente la creazione di una serie di componenti che possono essere usati all'interno di qualunque ESB compatibile con JBI.

I componenti che possono essere inseriti all'interno dell'ambiente JBI si dividono in due tipi:

- ***S**ervice **E**ngine*;
- ***B**inding **C**omponent*.

La specifica JBI differenzia i due componenti attraverso un flag, dal punto di vista del modello e delle API sono invece trattati nello stesso modo. Per convenzione però Service Engines e Binding Components implementano diverse funzionalità in modo tale da separare la logica di business da quella di comunicazione e ridurre quindi la complessità di programmazione e aumentare la flessibilità.

Un *Service Engine* (SE) è un componente che fornisce e utilizza servizi all'interno dell'ambiente JBI. Un SE può agire sia come service provider che come service consumer. I Service Engines sono i componenti che realizzano la logica di business/integrazione all'interno del sistema JBI, forniscono agli altri componenti servizi di trasformazione e di routing e possono integrare applicazioni Java-based o applicazioni che dispongono di Java APIs.

Un *Binding Component* (BC) è utilizzato per ricevere e inviare messaggi attraverso un particolare protocollo di trasporto da e verso sistemi esterni all'ambiente JBI. I BC espongono all'estero i servizi dell'ambiente JBI e sono specializzati per gestire protocolli quali ad esempio HTTP, JMS, JDBC, FTP, File, e altri. I BC consentono un disaccoppiamento dell'implementazione del servizio dal meccanismo di accesso e permettono di isolare l'ambiente JBI dall'uso di specifici protocolli in quanto forniscono servizi di normalizzazione de denormalizzazione dei messaggi. In questo modo quindi l'ambiente JBI può gestire solo messaggi normalizzati.

Altre tecnologie studiate, analizzate e sperimentate sono:

Web Service e Web Service Semantici

L'utilizzo di tecniche standard ha fortemente incrementato la diffusione e lo sviluppo dei Web Service, facendoli diventare uno dei più recenti e più sfruttati paradigmi di programmazione per il Web.

Lo standard attuale per la descrizione dei servizi Web prevede che un servizio sia descritto da un documento WSDL (***W**eb **S**ervice **D**escription **L**anguage*). WSDL rappresenta lo standard de-facto nella descrizione degli aspetti funzionali di un servizio ma, sebbene raccolga tutti i dati necessari al client per poter correttamente interagire con un dato Web Service, non fornisce una descrizione semantica che permetta di capire quello che è il reale scopo del servizio fornito. Le specifiche WSDL consentono di descrivere soltanto la sintassi dei messaggi che un servizio può scambiare con il cliente, senza dire niente riguardo ai possibili significati di tali messaggi.

Un ulteriore limite della descrizione WSDL è che, nel caso di servizi Web composti da varie operazioni (si pensi, ad esempio, al tipico caso di un servizio che preveda una prima fase di autenticazione e un successivo accesso alle risorse), non chiarisce in alcun modo l'ordine secondo cui le varie operazioni di un servizio possono essere invocate.

Si ha quindi una duplice carenza nell'attuale descrizione dei servizi Web se si vuole raggiungere l'obiettivo di trovare e comporre automaticamente i servizi: una semantica e una comportamentale.

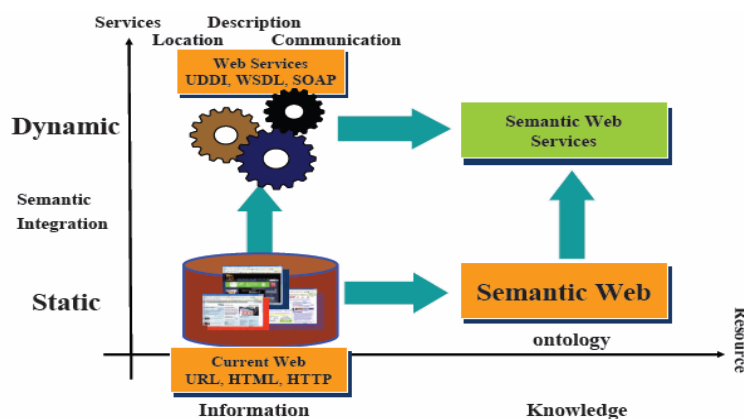
Anche il mondo dei Web service è stato influenzato negli ultimi anni dal Semantic Web. I Web services Semantici sono il risultato dell'evoluzione della definizione sintattica dei Web services e del Web Semantico.

L'utilizzo della semantica apre nuovi sbocchi nel settore dei Web Services. Varie iniziative sono state portate avanti da più parti per ovviare alle limitazioni delle descrizioni WSDL. Una soluzione per creare Web services semantici è di creare delle corrispondenze tra i concetti presenti nella descrizione del Web service e dei concetti ontologici. Usando questo approccio, gli utenti possono definire esplicitamente la semantica di un Web service per un dato dominio. La semantica diventa uno strumento utile per automatizzare determinate attività che risulterebbero complicate da svolgere basandosi esclusivamente su metodi sintattici. Alcune di queste sono:

- ricerca automatica di un Web Service
- invocazione automatica di un Web Service
- composizione di un Web Service complesso tramite l'unione di più Web Services semplici
- monitoraggio dell'esecuzione di un Web Service per tenere traccia di errori

Durante gli ultimi anni sono state fatte diverse proposte per aggiungere semantica ai Web Service. Significativamente i diversi approcci per specificare i Servizi Web Semantici sono esemplificate da varie sottomissioni al consorzio World Wide Web (W3C): OWL-S, WSMO, WSDL-S e SAWSDL.

Quando si cerca di descrivere in modo completo un Web service sono possibili due punti di vista, sintattico funzionale e semantico.

La descrizione di un servizio dal punto di vista sintattico e funzionale è possibile attraverso la sua rappresentazione WSDL mentre invece la descrizione dal punto di vista semantico non è contemplata dalla specifica WSDL. La descrizione semantica, in pratica, è o mancante o documentata in modo informale e quindi, esaminando la descrizione WSDL di un servizio, non si è in grado di determinare in modo inequivocabile ciò che fa il servizio.

E' possibile infatti vedere la sintassi dei suoi inputs e outputs, ma non si sa cosa questi significano o quali cambiamenti il servizio genera sull'ambiente.

Il problema principale con i servizi web tradizionali è quindi che, mentre è possibile specificare con precisione la sintassi di un servizio, è praticamente impossibile specificare una qualsiasi semantica sulle loro operazioni. I Web Services tradizionali possono specificare in modo dichiarativo le informazioni sui loro inputs e outputs e le modalità

possibili di comunicazione eppure, unicamente in base alla sua sintassi, può essere impossibile dire quali dati e operazioni un servizio web fornisce.

Alcuni servizi potrebbero avere la stessa definizione sintattica ma potrebbe eseguire funzioni notevolmente diverse. O viceversa, due servizi sintatticamente diversi potrebbero eseguire la stessa funzione.

Un secondo problema con i servizi Web tradizionali è che essi non supportano abbastanza l'automazione automatica. Gli sviluppatori possono realizzare i propri Web Service e installarli su un server ma poi, affinché il servizio possa essere invocato, sono necessarie operazioni manuali per la pubblicazione su un registry UDDI e per il recupero dell'endpoint in corrispondenza del quale il servizio è esposto. Allo stesso modo per poter effettuare una composizione di servizi uno sviluppatore deve effettuare l'operazione manuale di recupero dell'output di un servizio web che viene poi passato come input ad un altro servizio web.

I ***W**eb **S**ervices **S**emantici* (SWS) utilizzano la tecnologia del Web Semantico applicandola ai domini dei servizi web: le funzionalità, gli inputs e outputs, le precondizioni e gli effetti dei Web Services sono espresse in linguaggi di rappresentazione delle conoscenze, che si riferiscono a comuni vocabolari ontologici. In questo modo può essere raggiunto un più alto grado di automazione in varie fasi legate all'utilizzo dei servizi.

Qui di seguito sono riportati alcuni esempi di vantaggi derivanti dall'utilizzo della semantica all'interno della descrizione dei Web Services:

- durante la fase ricerca di un servizio che fornisce una funzionalità specifica, le ontologie associate sono in grado di fornire sinonimi di parole, la struttura tassonomica delle funzionalità del servizio, le relazioni tra le funzionalità del servizio, ecc
- quando si tenta di armonizzare i diversi formati di dati per due servizi che devono scambiarsi messaggi, le ontologie possono fornire modelli concettuali per la descrizione dei messaggi che facilitano la traduzione automatizzata
- durante la mediazione di diversi protocolli di comunicazione di servizi che devono lavorare insieme, i linguaggi altamente espressivi del Web Semantico sono in grado di fornire mezzi per descrivere i modelli di interazione nei protocolli di comunicazione.
- quando si cerca di comporre processi di business complessi, possono essere utilizzati algoritmi di pianificazione automatizzata, a condizione che la semantica dei servizi di ingresso sia definita formalmente.

Il ciclo di vita di un web service semantico, include la descrizione/annotazione, la pubblicazione, la ricerca, la selezione, la composizione e l'esecuzione.

Annotare semanticamente un servizio Web significa specificare l'esatta semantica dei dati e delle funzionalità del servizio, elementi che sono di fondamentale importanza per il suo utilizzo. Ciò può essere fatto annotando gli elementi del Web Service con concetti che appartengono a modelli o ontologie di dominio, possono essere annotati gli inputs e outputs del servizio e le sue precondizioni e effetti.

I vantaggi di aver aggiunto semantica alle descrizioni dei servizi si propagano poi in tutto il ciclo di vita dei processi Web.

Dopo che il servizio è stato sviluppato e annotato, deve essere pubblicato in modo tale da consentire la successiva ricerca.

La procedura di *discovery* è la procedura di individuazione della serie di servizi Web che soddisfano i requisiti dell'utente e di selezione di un determinato servizio. Durante la fase di discovery, il richiedente cerca di localizzare i possibili fornitori in grado di eseguire il servizio che egli richiede e quindi si cerca quale descrizione di servizio offerto è compatibile con la propria descrizione dei requisiti.

La ricerca dei servizi Web utilizzando UDDI è relativamente inefficiente in quanto questa specifica non tiene conto della semantica dei servizi Web.

I correnti meccanismi sintattici di discovery sono *keyword-based* nel senso che recuperano oggetti le cui descrizioni contengono determinate parole chiave che corrispondono ai filtri di ricerca. Nella maggior parte dei casi però, questo meccanismo porta a recuperare meno risultati in quanto la parola filtro di ricerca potrebbe essere un sinonimo di quella presente nella descrizione del servizio, e quindi semanticamente simile ma sintatticamente diversa. Inoltre questo meccanismo di ricerca è caratterizzato da una scarsa precisione in quanto la parola chiave potrebbe essere un omonimo di quella presente nella descrizione, sintatticamente equivalente ma semanticamente differente. Una possibile soluzione sarebbe quella di avere una ricerca *concept-based* che utilizzi cioè le ontologie.

La soluzione per una migliore ricerca dei servizi Web sta quindi nell'avere una semantica nella descrizione dei servizi che permetta quindi utilizzare algoritmi di matching semantico per individuare i servizi Web. Avendo a disposizione servizi la cui descrizione non è ambigua ed è comprensibile anche a una macchina si potranno effettuare una serie di operazioni, ricerche e correlazioni che ad oggi è possibile effettuare solo con un intervento umano.

Innanzitutto i servizi potranno essere pubblicati secondo determinate categorie con conseguente possibilità di effettuare operazioni di *matchmaking* tra richiesta e offerta.

Dopo la fase di ricerca il passaggio successivo è di selezione del servizio più adatto. Ogni servizio può avere diversi aspetti della qualità e, quindi, la selezione del servizio comporta l'individuazione del servizio che fornisce i migliore criteri di qualità.

La composizione dei servizi è uno dei motivi più popolari e spesso citato che spingono all'utilizzo dei Web Services Semantici.

Il potere dei Web services si evidenzia soprattutto quando questi possono essere composti efficacemente e questo chiaramente richiede un alto grado di interoperabilità tra i vari Web Services. Per realizzare l'obiettivo di una rete globale di servizi specializzati e debolmente accoppiati è necessario comporre i servizi. L'utilizzo dei Web Services Semantici permette di aumentare la scalabilità di questi processi e riduce notevolmente la dipendenza dall'intervento umano.

Nel contesto della rappresentazione di servizi come processi atomici o compositi, il problema di comporre l'utilizzo di più servizi al fine di ottenere un risultato che non sia ottenibile da un singolo servizio diviene il problema di combinare l'invocazione di processi atomici rispettando i relativi schemi di utilizzo definiti negli eventuali processi dei servizi.

Ovviamente è necessario anche che i messaggi che si intende far passare da un servizio ad un altro siano semanticamente compatibili, cioè che siano classificati da concetti compatibili tra loro. Con l'attuale descrizione WSDL dei servizi la composizione di servizi deve necessariamente essere organizzata manualmente, dopo aver studiato la documentazione informale dei servizi o averli provati, assicurandosi anche, caso per caso, che i dati da poter passare da un servizio ad un altro siano effettivamente compatibili. Un sistema che utilizzi descrizioni semantiche per comporre servizi, potrebbe invece verificare automaticamente che i dati scambiati tra i servizi della composizione siano compatibili, e che i modelli di utilizzo dei servizi, cioè gli schemi di utilizzo definiti per i processi, consentano un'effettiva interoperabilità.

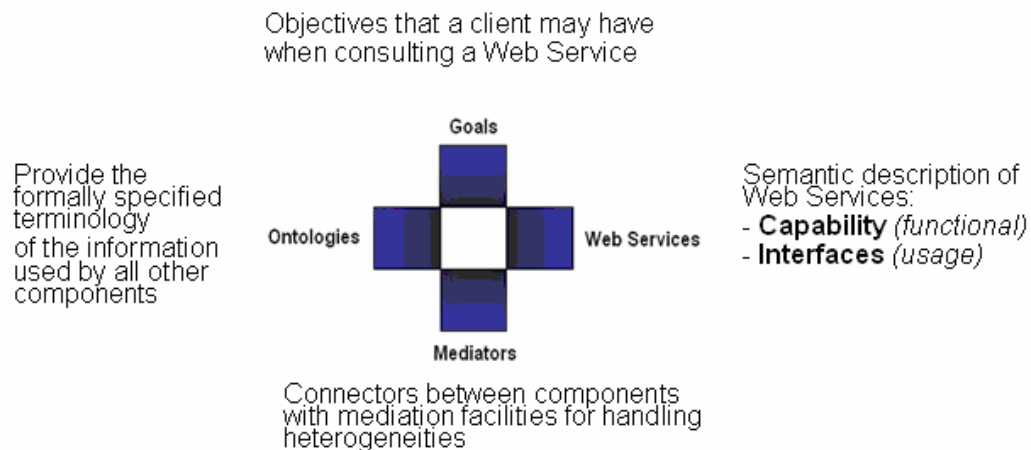
Una volta risolto il problema di individuare un servizio che possa soddisfare le proprie esigenze o di comporlo a partire da vari servizi, l'utente avrà poi la necessità di invocare effettivamente le operazioni dei servizi, secondo il giusto ordine e fornendo i dati appropriati.

L'esecuzione semantica di un servizio Web è legata ai concetti di sequenza dello scambio dei messaggi (ad esempio, request-response), di modello di conversazione dell'esecuzione del servizio Web (ad esempio modello "peer-to-peer, global controller pattern), di flusso di azioni (ad esempio sequence, parallel e loop), di precondizioni e effetti dell'invocazione del servizio Web, ecc.

Nel caso di servizi descritti semplicemente in WSDL, affinché l'invocazione sia meccanica occorre predisporre ad hoc un'interfaccia che rispetti la dinamica di utilizzo del servizio (o dei servizi). Nel caso di servizi corredati di descrizioni semantiche, invece, la dinamica di utilizzo è descritta formalmente e può essere interpretata meccanicamente, quindi è possibile che un sistema software predisponga automaticamente un'interfaccia pronta per utilizzare correttamente il servizio o la composizione di servizi, integrandone magari l'uso nel contesto di un'applicazione più grande.

L'iniziativa ***W**eb **O**ntology **S**ervices **M**odelling* (WSMO) fornisce un framework completo per migliorare la descrizione sintattica dei servizi Web aggiungendo metadati semantici.

L'iniziativa WSMO mira a descrivere tutti gli aspetti rilevanti di ogni servizio accessibile tramite Web Service, allo scopo di supportare l'automazione totale o parziale di azioni tipiche quali la ricerca, la selezione, la composizione, l'integrazione e la negoziazione dei Web Services. Comprende un modello concettuale, una ontologia di livello superiore per i Web Services Semantici, un linguaggio di definizione e un ambiente di esecuzione. In particolare:

- il ***W**eb **S**ervice **M**odeling **O**ntology* (WSMO) è il modello concettuale per i Web Services Semantici
- il ***W**eb **S**ervice **M**odeling **L**anguage* (WSML) è il linguaggio che fornisce una sintassi formale e la semantica per WSMO
- il ***W**eb **S**ervice **M**odeling **Ex**ecution Environment* (WSMX) è l'ambiente di esecuzione che è l'implementazione di riferimento per WSMO, offrendo supporto per l'interazione con i Web Services Semantici

WSMO individua quattro elementi di livello superiore come concetti principali che devono essere descritti per poter definire i Web Services Semantici:

- le *ontologie*, che forniscono la terminologia utilizzata dagli altri elementi WSMO per descrivere gli aspetti rilevanti dei domini analizzati
- i *Web Services*, che danno accesso a servizi che possono essere richiesti o offerti. Le loro descrizioni comprendono le funzionalità e le loro interfacce, e tutti questi aspetti del servizio sono descritti usando la terminologia definita dalle ontologie.
- i *goals* che descrivono aspetti legati ai desideri e alle aspettative degli utenti relativamente alle funzionalità richieste; le ontologie possono essere utilizzate al fine di definire la terminologia del dominio utilizzato per descrivere gli aspetti pertinenti del goal.
- i *mediatori*, che si fanno carico dei problemi di interoperabilità tra i diversi elementi WSMO. I mediatori sono il concetto base per risolvere le incompatibilità sui dati, sui processi e sui protocolli, ovvero al fine di risolvere gli squilibri tra le diverse terminologie utilizzate (a livello di dati), nel modo di comunicare tra i servizi (a livello di protocollo) e nella combinazione dei servizi Web (a livello di processo).

I principi alla base di WSMO sono i seguenti:

- *Web Compliance*: WSMO eredita il concetto di URI (*Universal Resource Identifier*) per identificare univocamente le risorse, adotta i namespaces per la definizione di terminologie consistenti, supporta XML e altri standard del W3C.
- *Ontology-Based* (centralità delle ontologie): le ontologie sono il modello principale dei dati, con cui sono descritte tutte le risorse e i dati scambiati durante l'invocazione dei servizi.
- *Strict Decoupling* (disaccoppiamento stretto): le risorse WSMO sono definite in modo individuale ed isolato, indipendentemente dal loro uso o da altre possibili interazioni, in considerazione della natura totalmente aperta e distribuita del Web.
- *Centrality of Mediation* (importanza della mediazione): oltre al disaccoppiamento stretto, questo criterio intende guidare la gestione delle eterogeneità che si riscontrano in ogni ambiente aperto, in termini di dati, ontologie, protocolli e processi.
- *Ontological Role Separation* (separazione "ontologica" dei ruoli): gli utenti dei servizi sono inseriti in contesti specifici, che tipicamente non sono gli stessi contesti in cui operano o per cui sono stati pensati i Web Services disponibili. Alla base di WSMO si trova anche la distinzione tra i diversi obiettivi e le diverse esigenze.
- *Description versus Implementation* (differenza tra descrizione e realizzazione): WSMO distingue la descrizione di un servizio dalla sua realizzazione. La descrizione richiede un formalismo che ne esprima la semantica in maniera concisa, la realizzazione impone di scegliere una tra le molte alternative tecnologiche per l'esecuzione di servizi Web semantici.

- *Execution Semantics* (semantica delle esecuzioni): la realizzazione tecnica di WSMO, per la verifica delle specifiche, è garantita dalla semantica formale di esecuzione di implementazioni di riferimento come WSMX o altri sistemi abilitati.
- *Service versus Web Service* (differenza tra Web Service e Servizi): un Web Service è una unità di computazione capace di soddisfare un obiettivo di un utente tramite la sua invocazione; un Servizio, invece, è il valore prodotto da tale invocazione. WSMO permette di descrivere i Web Services, usati per accedere ai Servizi, e non intende in alcun modo sostituirsi alla funzione di questi ultimi.

I

n WSMO, le ontologie sono la chiave per collegare tra loro le definizioni semantiche concettuali del mondo reale definite e concordate dalle comunità di utenti fornendo la semantica formale per la terminologia usata all'interno degli altri componenti WSMO. Gli elementi fondamentali di un'ontologia sono concetti, relazioni, funzioni, istanze e assiomi. Le ontologie stabiliscono infatti una terminologia comune definendo concetti e relazioni tra concetti, in più per definire le proprietà semantiche delle relazioni e dei concetti, una ontologia, generalmente, fornisce anche una serie di assiomi, delle espressioni in un qualche linguaggio logico.

Costruire una ontologia di dominio per qualche sistema particolare può essere un compito piuttosto complesso e, per arginare questo grado di complessità, si utilizza un approccio modulare alle ontologie. L'importazione di ontologie, permette proprio un approccio simile e può essere utilizzata fino a quando non devono essere risolti conflitti tra le ontologie.

Quando si importano delle ontologie in scenari realistici, sono spesso necessari alcuni passaggi di allineamento, fondendo e trasformando le ontologie importate al fine di risolvere il loro disallineamento. Per questo motivo sono usati gli ***ontology mediators.***

I concetti costituiscono gli elementi di base della terminologia e rappresentano descrizioni di cose che esistono nel dominio dell'ontologia. Da un punto di vista di alto livello, un concetto fornisce attributi con nomi e tipi, inoltre, un concetto può essere un sottoconcetto di più (o di nessuno) superconcetto. Essere sottoconcetto di un altro concetto in particolare significa ereditare la firma del superconcetto e i corrispondenti vincoli. Inoltre, tutte le istanze di un concetto sono anche istanze di ciascuno dei suoi superconcetti.

Un concetto fornisce una serie (eventualmente vuota) di attributi, ciascuno dei quali specifica una caratteristica di un concetto, a cui si attribuisce un nome e dei vincoli logici sui suoi possibili valori. Il range di un attributo impone un vincolo di integrità sul suo valore.

Le relazioni sono utilizzate per modellare interdipendenze tra concetti diversi.

Ogni parametro di una relazione è caratterizzato da un dominio, vincolo sui valori che il parametro può assumere.

Una istanza è una definizione esplicita di appartenenza a un concetto.

Il tipo dell'istanza rappresenta il concetto a cui l'istanza appartiene mentre gli *attributeValues* rappresentano i valori degli attributi, definiti specificando per ciascun attributo il corrispondente valore.

Le istanze delle relazioni possono essere viste come n-uple delle istanze dei concetti che sono specificati come parametri della relazione.

Un assioma è considerato come una espressione logica accompagnata dalle annotazioni:

L'elemento WSMO Web Service fornisce un modello concettuale per descrive in modo esplicito e unificato tutti gli aspetti di un servizio Web, comprese le sue proprietà non-funzionali, le sue funzionalità e le interfacce per accedere ad esso.

Un Web Service WSMO è una entità computazionale che è in grado (tramite la sua invocazione) di raggiungere un obiettivo degli utenti a differenza di un servizio che rappresenta l'effettivo valore fornito dalla sua invocazione. In tal senso, un Web Service può fornire servizi diversi.

I principali elementi della descrizione di un Web service sono: un elemento *capability*, che descrive la funzionalità del Web service, e una o più elemeni *interface* in cui sono descritti i meccanismi di coreografia o orchestrazione del Web Service

La definizione di un Web Service può essere particolareggiata definendo le sue proprietà non funzionali. A differenza infatti delle semplici annotazioni, le proprietà non-funzionali possono essere rappresentate non solo da una semplice coppia chiave valore, ma possono essere espresse anche utilizzando una espressione logica.

L'elemento *capability* definisce il web service per mezzo delle sue funzionalità.

Le *sharedVariables* rappresentano le variabili che vengono condivise tra precondizioni, postcondizioni, presupposti ed effetti.

Le precondizioni nella descrizione delle capacità WSMO specificano lo stato richiesto dello spazio delle informazioni prima dell'esecuzione del servizio, precisando le informazioni che un servizio Web si aspetta per poter fornire il proprio servizio. In altre parole, le precondizioni vincolano l'insieme degli stati dello spazio informativo in modo tale che ogni stato che soddisfa tali vincoli possa costituire un valido punto di partenza per l'esecuzione del servizio.

I presupposti nella descrizione delle capacità descrivono lo stato del sistema che si presume valga prima dell'esecuzione del servizio. Il servizio garantisce la funzionalità dichiarate solo se è utilizzato in un tale stato. A differenza delle precondizioni, le ipotesi non sono necessariamente controllate dal servizio.

Le postcondizioni in WSMO descrivono gli stati dello spazio dell'informazione che vengono raggiunte dopo l'esecuzione con successo del servizio.

Gli effetti descrivono lo stato del sistema che viene raggiunto dopo l'esecuzione dell servizio.

Un'interfaccia descrive come possono essere raggiunte le funzionalità del servizio, fornendo una duplice vista sulle competenze operative del servizio:

- la *coreografia* scompone una capacità in termini dell'interazione con il servizio (visuale del servizio dal punto di vista dell'utente)
- *l'orchestrazione* scompone una capacità in termini della funzionalità richieste da altri servizi (visuale del servizio dal punto di vista degli altri servizi)

Questa distinzione riflette la differenza tra comunicazione e cooperazione. La coreografia definisce il modo di comunicare con il servizio Web per utilizzare le sue funzionalità, l'orchestrazione definisce invece come la funzionalità complessiva si ottiene dalla collaborazione di più fornitori elementari di servizi web.

Anche un elemento *interface* può importare ontologie fino a quando non si verificano conflitti e può utilizzare gli ontology mediators quando sono necessarie fasi di allineamento e trasformazione delle ontologie importate.

I goals sono utilizzati in WSMO per descrivere i requisiti richiesti dagli utenti e forniscono i mezzi per specificare gli obiettivi dal punto di vista del richiedente durante la consultazione di un servizio Web, descrivendo ad alto livello un compito concreto che deve essere raggiunto.

I goals sono rappresentazioni di obiettivi per i quali è richiesta la realizzazione mediante l'esecuzione di servizi Web; e possono descrivere Web services che potrebbero potenzialmente soddisfare i requisiti utente. WSMO disaccoppia completamente gli obiettivi dei richiedenti, i goals, dai Web services that possono effettivamente soddisfare questi goals.

Un goal può importare delle ontologie e può usare gli ontology mediators nel caso in cui siano necessarie fasi di allineamento o trasformazione delle ontologie importate. Un goal inoltre può essere definito riutilizzando uno o più goals già esistenti utilizzando i goal mediators (ggMediator). Inoltre un goal definisce la capacità di un servizi Web che l'utente vorrebbe ottenere e l'interfaccia del servizio Web con cui l'utente vorrebbe interagire.

L'eterogeneità è una caratteristica intrinseca di ambienti aperti e distribuiti che ostacola l'interoperabilità e quindi l'utilizzo automatizzato dei Web Services. Di conseguenza, WSMO mira a fornire tecniche di un'infrastruttura per la gestione di tutti i tipi di eterogeneità che potenzialmente si verificano nel dominio dei Web Services Semantici. In questo paragrafo è illustrato l'approccio adottato da WSMO per la realizzazione di un framework integrato di mediazione.

Per affrontare la gestione dell'eterogeneità WSMO definisce il concetto di mediatore, definito come l'elemento che collega i componenti eterogenei e risolve i conflitti tra loro.

Si distinguono quattro tipi diversi di mediatori:

- ooMediators
- ggMediators
- wgMediators:
- wwMediators

Gli *ooMediators* sono i componenti fondamentali della mediazione e hanno lo scopo di risolvere conflitti tra diverse terminologie. Rappresentano un'entità ponte tra le ontologie utilizzate per descrivere semanticamente tutte le altre entità WSMO.

I *ggMediators* sono i mediatori che specificano esplicitamente una relazione tra goals e risolvono i possibili conflitti tra questi.

I *wgMediators* sono mediatori che specificano in modo esplicito una relazione tra Web Service e goals e risolvono i possibili conflitti tra questi. Questi conflitti possono verificarsi sia tra le capacità ma anche tra le coreografie richieste e offerte.

I *wwMediators* sono infine i mediatori che collegano due Web Services e hanno lo scopo di risolvere i problemi di eterogeneità tra essi che si verificano quando un Web Service ha bisogno di invocare altri Web Services per poter realizzare le sue funzionalità.

WSML (***W**eb **S**ervice **M**odeling **L**anguage*) è un linguaggio per descrivere formalmente gli elementi definiti nel modello concettuale WSMO, fornendo sintassi e semantica formale per essi.

WSML fornisce gli strumenti per descrivere queste ontologie. Oltre a fornire un proprio linguaggio di modellazione per le ontologie WSML consente anche l'importazione e l'uso di RDF Schema e di ontologie OWL.

WSML però non è solo un semplice linguaggio ontologico, ma è stato progettato per descrivere i Web Services Semantici. Oltre a nozioni tipiche ontologiche, WSML fornisce anche la sintassi per costrutti SWS specifici, come "obiettivo", "servizio web", "interfaccia", "coreografia" o "capacità", per catturare i diversi aspetti della semantica dei Web Services.

Sono previste diverse varianti del linguaggio WSML, ciascuna delle quali si differenzia per l'espressività logica offerta e per i sottostanti paradigmi di linguaggio.

Le basi del linguaggio WSML-Core possono essere estese in due direzioni, verso la Description Logics (WSML-DL) e verso la Logic Programming (WSML-Flight, WSML-Rule). WSML-Rule e WSML-DL sono entrambe estese verso la First-Order Logic con estensioni nonmonotoniche nella variante WSML-Full, che unifica entrambi i paradigmi.

Una specifica ontologia WSML è identificata dalla parola chiave *ontology* opzionalmente seguita da un IRI che serve come identificatore dell’ontologia.

ontology = '**ontology**' iri? header* ontology_element*

ontology_element = concept | relation | instance | relationinstance | axiom

Una definizione di concetto inizia con la parola chiave *concept*, seguita facoltativamente dall'identificatore del concetto. Questo, a sua volta è seguito opzionalmente dalla definizione di un superconcetto che consiste della parola chiave *subConceptOf* seguita da uno o più identificatori e dalla definizioni degli attributi del concetto.

concept = '**concept**' id? superconcept? annotations? attribute*

superconcept = '**subConceptOf**' idlist

Si noti che WSML permette l’eredità di definizioni di attributo, il che significa che un concetto eredita tutte le definizioni di attributo del suo superconcetto.

WSML consente due tipi di definizioni di attributo, cioè, definizioni di vincolo con la parola chiave *ofType* e definizioni di inferenza con la parola chiave *impliesType*.

Una definizione di attributo che utilizza la parola chiave *ofType*, nella forma A *ofType* D, dove A è un identificatore di attributo e D è un identificatore di concetto, è un vincolo sui valori che l'attributo A può avere. Se il valore per l'attributo A non è noto essere di tipo D, il vincolo viene violato e il valore dell'attributo è incoerente rispetto all’ontologia.

La parola chiave *impliesType* può essere utilizzata per dedurre il tipo di un valore di attributo particolare. Una definizione di attributo della forma A *impliesType* D, dove A è un identificatore di attributo e D è un identificatore di concetto, implica appartenenza al concetto D per tutti i valori dell'attributo A.

Gli attributi possono essere specificati come riflessivi, transitivi, simmetrico, o essere l'inverso di un altro attributo, utilizzando, rispettivamente, le parole chiave *reflexive*, *transitive*, *symmetric* e *inverseOf*. Gli attributi possono anche essere specificati come un sottoattributi di un altro attributo, utilizzando la parola chiave *subAttributeOf*. Le parole chiave *inverseOf* e *subAttributeOf* devono essere seguite dall’identificatore dell'attributo, racchiuso tra parentesi, di cui questo attributo è, rispettivamente, l'inverso o il sottoattributo.

I vincoli di cardinalità per un singolo attributo sono specificati da due numeri compresi tra parentesi '(' ')', che indicano la cardinalità minima e massima, dopo la parola chiave *ofType* (o *impliesType*). ll primo numero indica la cardinalità minima mentre il secondo numero indica la cardinalità massima, e il simbolo '*' sta ad indicare una cardinalità massima illimitata.

attribute = id attributefeature* att_type cardinality? idlist annotations?

attributefeature = '**transitive**' | '**symmetric**' | '**inverseOf**' '(' id ')'

| '**subAttributeOf**' '(' id ')' | '**reflexive**'

att_type = '**ofType**' | '**impliesType**'

cardinality = '(' digit+ cardinality_number? ')'

cardinality_number = digit+ | ‘*’

Quando un attributo è specificato come transitivo, questo implica che, se tre individui a, b e c sono collegati tramite un attributo att transitivo, allora se a *att* b *att* c allora anche c è un valore per l'attributo *att* di a: a *att* c.

Quando un attributo è specificato come simmetrico, ciò significa che se un individuo A ha un attributo *att* simmetrico con valore di b, allora anche b è un attributo *att* con valore A.

Quando un attributo è stato specificato per essere l'inverso di un altro attributo, questo significa che se un individuo A ha un attributo *att1* con valore b e *att1* è l'inverso di un determinato attributo *att2*, si deduce che b ha un attributo *att2* con valore a. Il rapporto *inverseOf* è un rapporto simmetrico tra gli attributi. Ciò significa che se *att1* è l'inverso della *att2*, allora *att2* è l'inverso della *att1*.

Quando un attributo è stato specificato come sotto-attributo di un altro attributo, questo significa che se un individuo a ha un attributo *att1* con valore b e *att1* è il sotto-attributo di un determinato attributo *att2*, allora si deduce che a ha un attributo att2 con valore b.

L’uso degli assiomi in WSML permette ad esempio di perfezionare una definizione già data nella sintassi concettuale. Nelle specifiche WSML si consiglia di includere la relazione tra il concetto e gli assiomi relativi al concetto nelle annotazioni tramite la proprietà *dc#relation*.

La definizione di un assioma inizia con la parola chiave *axiom*, seguita dal nome identificatore dell’assioma. Questo è seguito da un blocco opzionale di proprietà non funzionali e da una o più espressioni logiche precedute dalla parola chiave *definedBy*.

axiom = '**axiom**' axiomdefinition

axiomdefinition = id? annotation?| id? annotation? log_definition

log_definition = '**definedBy**' log_expr+

Le relazioni in WSML possono essere utilizzate per modellare interdipendenze tra diversi concetti

La definizione di una relazione inizia con la parola chiave *relation*, seguita dall’identificatore della relazione. WSML permette la specifica di relazioni con arbitraria arità. Il dominio dei parametri può essere specificato opzionalmente utilizzando la parola chiave *impliesType* o *ofType*. La definizione di una relazione è opzionalmente completata dalla parola chiave *subRelationOf* seguita da uno o più identificatori di superrelazioni.

relation = '**relation**' id* paramdef superrelation? annotations?

paramdef = arity | paramtyping

arity = '/' pos_integer

paramtyping = '(' paramtype moreparamtype* ')'

paramtype = att_type idlist

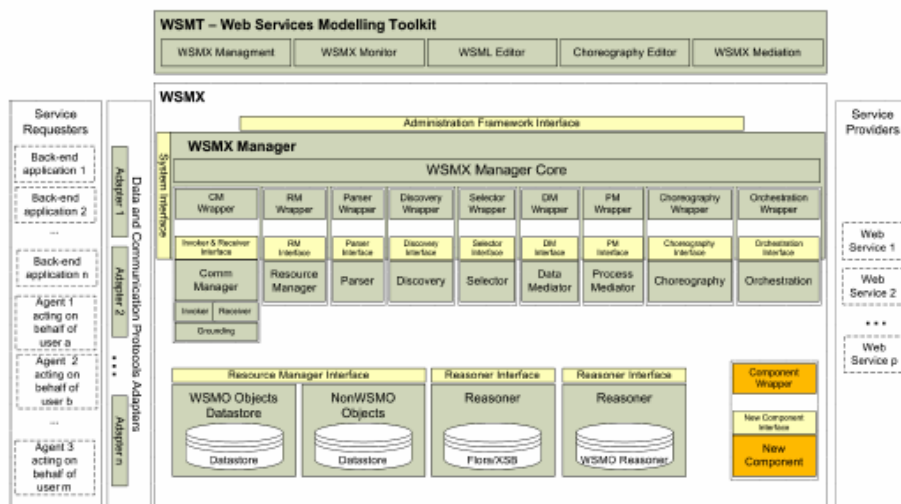
att_type = '**ofType**' | '**impliesType**'

moreparamtype = ',' paramtype

superrelation = '**subRelationOf**' idlist

Una definizione di istanza inizia con la parola chiave *instance*, eventualmente seguito dall'identificatore dell'istanza e, facoltativamente, dalla parola chiave *memberOf* e il nome del concetto a cui l'istanza appartiene. Questa definizione è seguita dai valori degli attributi associati all'istanza. Ogni proprietà è composta dall'identificatore della proprietà, la parola chiave *hasValue* e il valore(i) dell'attributo.

Oltre a specificare le istanze di concetti, è anche possibile specificare le istanze di relazioni. Una tale definizione istanza di relazione comincia con la parola chiave *relationInstance*, (facoltativamente) seguita dall'identificatore dell’istanza di relazione e dal nome della relazione alla quale l'istanza appartiene. Questo a sua volta è seguito dai valori dei parametri associati all'istanza e da un blocco opzionale di annotazioni.

WSMX è un ambiente di esecuzione per i servizi web semantici, più precisamente, è l’implementazione di riferimento per un ambiente di esecuzione semantico (SEE) middleware basato sul modello concettuale fornito dal Web Service Modeling Ontology WSMO.

Il componente centrale in WSMX è il *core* che fornisce funzionalità di un middleware framework quali la ricerca e il caricamento dei componenti, la gestione dei messaggi tra i componenti e la definizione dei paths di esecuzione. Il Core definsice anche i tipi di componenti nelle Integration API. Il Core in sostanza è responsabile per tutti le i compiti trasversali che riguardano gli altri componenti.

Gli altri componenti sono disaccoppiati tra loro attraverso dei wrappers. Questa architettura consente di collegare facilmente altri componenti aggiuntivi e di sostituire uno dei componenti forniti con altri componenti che realizzano la stessa funzionalità.

Due diverse strade sono state proposte per i Servizi Web Semantici.

Una possibiltà è quella di creare descrizioni semantiche basate su ontologie universalmente riconosciute; un dato servizio può essere descritto con queste ontologie superiori, e queste descrizioni copriranno diversi aspetti del dato servizio. Un agente automatico in questo modo disporrà di informazioni che potranno essere utilizzati per l'individuazione, l'invocazione, la composizione e il monitoraggio di questo servizio. OWL-S ad esempio è una ontologia di questo tipo.

L'altra possibilità è relativamente più leggera: la semantica è aggiunta ai servizi Web attraverso l'inserimento di annotazioni semantiche negli standard correnti per i Servizi Web. Il vantaggio principale di questo percorso è il riutilizzo degli standard esistenti, dato che tali standards sono stati accettati dagli sviluppatori delle applicazioni e godono anche di un ampio sostegno da parte di fornitori e prodotti. La specifica WSDL-S e la sua evoluzione SAWSDL operano in questa modalità bottom-up preservando le informazioni già presenti nel WSDL.

Altri studi sono stati condotti sui processi e sul **Business Process Management** in quanto rispetto a quanto preventivato ci si è resi conto che è necessario un sistema di disegno del processo dal quale ottenere automaticamente il linguaggio di esecuzione. Vediamo in dettaglio.

Il **B**usiness **P**rocess **M**anagement (BPM) è l'insieme di attività necessarie per definire, ottimizzare, monitorare e integrare i processi aziendali

Per definizione, il processo aziendale (*Business Process*, BP) è un insieme di attività, svolte all'interno dell'azienda, che creano valore trasformando delle risorse (input del processo) in un prodotto (output del processo) destinato ad un soggetto interno o esterno all'azienda (cliente del processo). Il processo è teso al raggiungimento di un obiettivo aziendale, determinato in sede di pianificazione se questa è presente.

Risulta evidente quindi che l'ottimizzazione di un processo porta necessariamente ad un'ottimizzazione della produzione, con risparmio di tempo e denaro.

In questo contesto il **B**usiness **P**rocess **M**odeling (BPM) è l'attività di rappresentazione dei processi aziendali nelle due ottiche:

- la situazione attuale, detta "as-is"

- la situazione futura desiderata, detta "to-be"

La modellazione dei processi aziendali consiste nella rappresentazione grafica dei processi tramite degli appositi linguaggi di modellazione, ognuno dotato di suoi simboli e di proprie regole.

La **B**usiness **P**rocess **M**odeling **N**otation (BPMN) è una notazione standard per modellare i processi aziendali. La semplicità e l'immediatezza dello standard BPMN sono due dei suoi maggiori punti di forza; lo scopo principale della BPMN è stato quello di definire un linguaggio standard che sia facilmente comprensibile per tutte quelle figure professionali interessate nella modellazione dei processi business a qualunque livello: analisti, sviluppatori, tecnici o business manager. In tale ambito infatti vi sono notevoli difficoltà di comunicazione con conseguente perdita di efficacia ed efficienza dei processi stessi. La BPMN non è stata pensata semplicemente per modellare le applicazioni, ma anche i processi nei quali tali applicazioni vengono utilizzate. Di conseguenza è stata sviluppata con l'intento di diventare un linguaggio comune per colmare il divario che spesso intercorre fra il design e la progettazione di processi di business e la loro implementazione.

La modellazione dei processi ha lo scopo di comunicare una grossa quantità di informazioni per diversi scopi ed eterogenee situazioni. Lo standard BPMN prevede in particolare tre tipologie generali di utilizzo:

1 processo di business privato (definito anche processo interno), che rappresenta un processo interno all'azienda;

2 processo di business astratto (definito anche processo pubblico), che rappresenta l'interazione di un processo di business privato con entità esterne;

3 processo di collaborazione (definito anche processo globale), che rappresenta le interazioni tra due o più processi astratti e quindi le interazioni tra aziende diverse o tra i vari settori di una sola azienda.

La notazione BPMN è costituita da un determinato set di simboli che forniscono gli strumenti grafici necessari a rappresentare su diagramma i processi di business. Il diagramma realizzato tramite la notazione BPMN prende il nome di Business Process Diagram (BPD) ed è la rappresentazione grafica del modello del processo di business basata sulla tecnica dei diagrammi di flusso, opportunamente adattata alle esigenze del BPM.

Gli elementi base del BPD vengono suddivisi in 4 categorie, per permetterne un facile riconoscimento da parte dell'utente:

- Flow Objects
- Connecting Objects
- Swimlane
- Artifacts

La notazione basata sugli elementi base di BPMN ("core set") è semplice ed intuitiva e permette di modellare adeguatamente la maggioranza dei processi. Per esigenze di modellazione più precise è disponibile una serie di costrutti avanzati ("extended set"), che specializzano quelli base.

La specifica BPMN fornisce anche una corrispondenza tra la grafica della notazione di base e i costrutti dei linguaggi di esecuzione, come ad esempio BPEL4WS, Business Process Management Language (BPML) e XML Process Definition Language (XPDL).

I **Flow Objects** sono gli elementi grafici principali che definiscono la logica di un processo di business, e sono di tre tipi: Events, Activities e Gateways.

Un *evento* è qualcosa che succede durante il corso del processo di business e ne condiziona il flusso e solitamente viene associato ad una causa (trigger) o un effetto (result). Sono previsti tre tipi di evento:

- *Start event* - indica il punto di partenza di un processo
- *Intermediate event* - avviene tra l'evento iniziale e quello finale
- *End event* - indica la conclusione di un processo

Gli eventi vengono caratterizzati da dei trigger che ne definiscono la causa (per quanto riguarda Start e Intermediate Event) e da risultati (nel caso di Intermediate e End Event).

Un’*attività* è un’azione effettuata all’interno di un business process, e può essere atomica o composta. I tipi di attività previsti sono Process (che però non ha una notazione grafica), SubProcess e Task. Per identificare sottoprocessi non atomici è possibile riportare nel BPD stesso gli elementi che lo compongono oppure identificarli con un simbolo “+” in fondo ad essi.

Per identificare sottoprocessi non atomici è possibile riportare nel BPD stesso gli elementi che lo compongono (Expanded SubProcess) oppure identificarli con un simbolo “+” in fondo ad essi (Collapsed SubProcess).

Vi sono poi tre simboli che possono essere associati ai task per rappresentare cicli (Loop Marker), istanze multiple (Multiple Instance Marker) e task di compensazione (Compensation Markers).

Un ciclo è caratterizzato da un’espressione booleana che sarà valutata dopo ogni iterazione del ciclo. Se l’espressione rimane vera, allora l’attività del ciclo verrà eseguita nuovamente.

Il *Multi-Instance loop* riflette il costrutto di programmazione for each. L’espressione del loop in questo caso è una espressione numerica valutata solo una volta prima che l’attività venga effettuata. Il risultato della valutazione dell’espressione sarà un intero che indicherà il numero di volte che l’attività dovrà essere eseguita.

Un Task con Compensation associa il task a un altro elemento nel modello. Si verifica al di fuori del normale flusso di processo e si basa su un evento innescato dal fallimento di una transazione. I task di compensazione (tipicamente azioni di ripristino di uno stato precedente) vengono considerati circostanze speciali, di conseguenza modellati in modo da evidenziarli rispetto al normale flusso modellato.

Viene poi introdotto il concetto di processo ad hoc. In questo tipo di processo, la sequenzialità delle attività e il relativo numero delle esecuzioni necessarie non possono essere determinati a priori, ma vengono di volta in volta decisi dai partecipanti al processo. Ovviamente si tratta di un tipo particolare di processo, che quindi deve essere opportunamente identificato e gestito.

Un sub-process può essere independent, embedded, o referenced.

Un embedded sub-process è un’attività che condivide lo stesso set di dati del processo padre a differenza del subprocess independent che invece non condivide dati con il processo padre. Un sub-process referenced infine, condivide con esso solo alcuni dati.

Un *gateway* è utilizzato per controllare la convergenza e la separazione del flusso determinando il branching, il forking, il merging ed il joining del flusso. All’interno viene indicato il tipo di controllo relativo al gateway.

I Gateway vengono caratterizzati dal tipo di comportamento che li caratterizza. Sono previsti:

- *Exclusive Gateway (XOR)* - Se si vuole modellare una fork la cui decisione del percorso da seguire nell’esecuzione preveda uno solo dei cammini alternativi. Tale decisione può dipendere o dal risultato di un’espressione booleana basata sul valore di alcuni dati (Data Based) o sul verificarsi di un evento (Event Based). Questi Gateway vengono utilizzati anche per operazioni di merge, ma solitamente nel caso in cui la funzione sia più di connessione che non logica.
- *Inclusive Gateway* (OR)- Per quanto riguarda la fork i percorsi alternativi sono caratterizzati da condizioni indipendenti l’una dalle altre, quindi più di un percorso può essere attivato. Nel caso di una merge, avviene una sincronizzazione dei percorsi in ingresso che risultano essere attivi.
- *Complex Gateway* - Utilizzato sia per merge che per fork il cui controllo non si modelli facilmente con gli altri tipi di Gateway.
- *Parallel Gateway (AND)* – Utilizzato per creare e sincronizzare flussi paralleli.

I **Connecting Objects** rappresentano i modi in cui vengono connessi i flow object ad ogni altro tipo di informazione per formare lo scheletro del processo di business.

Esistono tre tipi di connecting object:

- Sequence Flow
- Message Flow
- Association Flow

Il *Sequence Flow* è rappresentato da una freccia piena a linea continua e viene utilizzato per collegare flow objects che avvengono in sequenza.

Qualora un percorso di esecuzione venga intrapreso sotto una particolare condizione che debba essere controllata, questi si identifica con un rombo all'inizio del percorso condizionale. Nel caso particolare di un percorso di default al posto del rombo troviamo un backslash.

Un *Message Flow* è rappresentato da una freccia vuota a linea tratteggiata e viene utilizzato per modellare messaggi che vengono scambiati tra due partecipanti al processo che sono predisposti per inviarli o riceverli.

Un Message Flow deve connettere due Pools e non può mai collegare due oggetti all'interno dello stesso Pool.

Un *Association Flow* è rappresentato da una linea tratteggiata e serve per associare due elementi (grafici o note) del diagramma. Se viene aggiunta una freccia è utilizzato per indicare una direzione (e.g. input/output di un flow object).

Gli **Swimlanes** rappresentano i modi in cui si possono raggruppare gli elementi base in diverse categorie (ad esempio enfatizzando diverse funzioni aziendali o diversi ruoli coinvolti nel processo).

La BPMN presenta due tipi di Swimlanes:

- *Pool* – Rappresenta un partecipante al processo, e contiene un insieme di attività
- *Lane* – Rappresenta una sottosuddivisione del pool per attribuirne le attività con maggiore precisione (ad esempio diverse funzioni di una stessa compagnia).

Gli **Artifacts** sono usati per fornire informazioni addizionali sul processo. Il BPD, coerentemente ai propositi di flessibilità e estensibilità della BPMN permette l'inserimento di diversi elementi predefiniti (artefatti) che permettono di chiarire meglio alcuni aspetti del diagramma.

I modelli predefiniti di artifacts sono:

- *Data Object* – Si riferisce a dati previsti nel modello, come input o output delle attività.
- *Group* – Un gruppo, rappresentato da un rettangolo tratteggiato, permette di categorizzare determinati elementi, sia per scopi analitici che per chiarezza del diagramma, senza influenzare il flusso del processo modellato.
- *Annotation* – Le note servono al modellatore per esplicitare meglio un concetto legato ad un elemento, incrementando la leggibilità del BPD.

L'esigenza di coordinare in modo automatico attività svolte da attori diversi per il raggiungimento di un obiettivo comune è una caratteristica di processi con un elevato numero di istanze e con regole di esecuzione precise e ripetibili. Le classiche applicazioni software per il supporto di flussi di lavoro con queste caratteristiche sono i sistemi di gestione di workflow (WfMS, ***W**orkFlow **M**anagement **S**ystems*).

L'attenzione ai processi e la necessità di gestire in modo ottimale le risorse sia umane che automatiche hanno rappresentato lo stimolo per lo sviluppo del concetto di workflow, che, secondo la definizione proposta dalla *WfMC (**W**orkflow **M**anagement **C**oalition),* va inteso come "*l'automazione, intera o parziale, di un processo di business, durante la quale documenti, informazioni e attività vengono passati da un partecipante all'altro per essere processati, in accordo con un insieme di regole procedurali*".

Un workflow riassume una serie di procedure che, poste in relazione le une con le altre, definiscono un contesto di lavoro strutturato, dove più unità lavorative lavorano in concomitanza per un determinato fine. Nella definizione data dalla *WfMC* con il termine di "partecipanti" o attori si intendono gli agenti, umani o automatici, che lavorano eseguendo dei task e rispettando delle regole. Un attore del WorkFlow è una risorsa (programma automatico o essere umano che utilizza un programma avente un'interfaccia utente) che esegue un'attività.

Ogni workflow è composto da un certo numero di *processi*, cioè procedure da seguire per ottenere un certo risultato da determinate condizioni di partenza. Ogni processo si può definire attraverso la sequenza di azioni che devono essere svolte dai partecipanti ed attraverso l'evoluzione dello stato degli oggetti che lo compongono.

Le azioni che devono essere svolte nel processo sono chiamate *attività* del processo. Ogni processo viene descritto dall'insieme di attività e dalla sequenza con cui vengono svolte, un'attività descrive un singolo passo del processo da eseguire.

Il processo ha sempre una sola attività di inizio, il cui input è composto dagli oggetti che devono essere elaborati, ed un'attività di fine il cui output sono i risultati dell'esecuzione del processo.

La sequenza di passi di un processo non è limitata ad una semplice sequenza lineare, si possono, infatti, avere ramificazioni e ricongiungimenti per rappresentare attività che devono essere svolte in parallelo o in alternativa le une alle altre.

Compito del workflow deve essere quello di descrivere tali attività a livello concettuale per consentire di capire, valutare ed eventualmente ridisegnare il processo di business di cui sono parte, e descrivere i requisiti di funzionalità per gli agenti automatici e le attitudini professionali richieste agli agenti umani.

Un’attività di un processo può essere di quattro tipi fondamentali:

- atomica (o standard): rappresenta una attività semplice, un’attività che contiene un’unità di lavoro che non può essere scomposta ulteriormente in passi più semplici;
- sottoprocesso: rappresenta un’attività che dà vita ad un nuovo processo per lo svolgimento del lavoro. La chiamata a questo sottoprocesso può essere caratterizzata da un eventuale passaggio di parametri e da valori di ritorno;
- ciclo: rappresenta un’attività che viene ripetuta ciclicamente fino al verificarsi di certe condizioni
- vuota: rappresenta un’attività che non svolge lavoro. Il suo utilizzo è funzionale solo alla gestione del flusso di lavoro del processo.

In un workflow le attività sono poste in relazione tra loro dalle *transizioni* che rappresentano lo spostamento del processo da uno stato ad un altro attraverso l'applicazione di una predeterminata azione. Una condizione di transizione è il criterio di progressione, o di cambiamento di stato di un'attività all'attività seguente.

Ogni processo è un’entità statica, una sorta di definizione di procedure e iter da intraprendere: può essere eseguito più volte, cioè può avere più istanze, anche contemporanee. Ogni istanza di processo ha una propria identità distinta, anche se condivide con le altre istanze di processo la stessa sequenza di azioni da intraprendere. Un’istanza di processo è dunque un’entità dinamica: ha una data ed un orario di creazione, dati registrati che cambiano di attività in attività ed una fine, la sua archiviazione.

La rappresentazione di un processo in una forma che consente l’esecuzione automatica delle attività automatizzabili e la gestione automatica del passaggio tra un’attività e quelle che seguono nel flusso di lavoro è basata su alcuni costrutti (o pattern) di controllo di base quali:

- *sequenza*: le attività vengono svolte l’una di seguito all’altra: una attività viene attivata solo al termine di un’attività precedente;
- *parallelo (AND split):* dopo la terminazione di una attività vengono attivate più attività in parallelo consentendo ad attività multiple di essere eseguite simultaneamente;
- *alternativa* (OR split): dopo la terminazione di una attività vengono attivate più attività in alternativa; vengono specificate le condizioni di attivazione delle attività oppure può essere effettuata una scelta non deterministica;
- *join* (AND oppure OR): per proseguire nel flusso di lavoro devono essere terminate tutte le attività precedenti (caso AND) o almeno una delle attività precedenti (caso OR)

Naturalmente, una volta definiti i task, le responsabilità, il flusso delle informazioni, è stato però necessario poter contare su un ambiente integrato che consentisse l’esecuzione di questi workflow. I cosiddetti ***W****orkflow* ***M****anagement* ***S****ystems* (WFMS), sempre secondo la definizione proposta dalla WfMC, sono “un sistema che definisce, crea e gestisce l’esecuzione di workflow attraverso l’uso di software, eseguito su uno o più motori di workflow, che è in grado di interpretare la definizione di un processo, interagire con i partecipanti al workflow, e, se necessario, invocare applicazioni e tools di IT”.

I WFMS consentono la gestione contemporanea di un numero, anche elevato, di istanze di processi seguendo schemi di processo predefiniti. In questo ambito, il processo viene definito come una rete di attività e di relazioni esistenti tra di esse, criteri per indicare l’inizio e la fine di un processo, e informazioni riguardo alle singole attività, quali: i partecipanti, le applicazioni IT associate, i dati, e così via.

Nei sistemi di gestione di workflow le attività vengono schedulate, attivate e gestite sulla base delle risorse disponibili e grazie a ciò è possibile ottenere l’automazione completa o parziale di un business process in cui documenti, informazioni o compiti sono passati da un partecipante a un altro per svolgere attività, secondo un insieme di regole procedurali.

L’automatizzazione del lavoro e l’assegnazione dei compiti porta a migliorare notevolmente l’efficienza: la prima consente di affidare agli strumenti di esecuzione sotto il diretto controllo del workflow tutte le attività che sono puramente automatiche e meccaniche, che non hanno bisogno di nessuna componente umana nello svolgimento. L’assegnazione dei compiti fa sì che ad ogni utente vengano fornite tutte le informazioni e gli strumenti necessari allo svolgimento della sua attività, in questo modo non gli mancherà niente di indispensabile, aumentando l’efficienza. Il controllo del sistema consente anche di eliminare eventuali errori umani.

Al di là delle particolarità, tutti i WfMS hanno una serie di caratteristiche comuni che garantiscono una base per l’integrazione e l’interoperabilità. Si possono quindi individuare tre macroaree funzionali:

- le *funzionalità a tempo di progettazione*, connessi alla definizione e alla modellazione del processo di workflow e delle attività che lo costituiscono;

- le *funzionalità a tempo di esecuzione*, capaci di gestire i processi di workflow in un ambiente operazionale, seguendo la fase runtime delle varie attività; l’esecuzione e l’instradamento del processo è fatto da un modulo fondamentale, il Workflow Enactment Service, cuore dell’intero WfMS.

- le *interazioni* tra gli utenti umani e gli strumenti applicativi nell’analizzare i vari passi delle attività.

La figura seguente mostra le principali interfacce e componenti che compongono il modello di riferimento. Il cuore di WfMS è, come già detto, il Workflow Enactment Service (WES) che assicura che le giuste attività siano eseguite nell’ordine giusto e dalle persone corrette. Per fare questo viene usato un tool per la definizione dei processi e per la classificazione delle risorse (Process Definition Tools).

L’affermarsi dei Web Service ha reso naturale l’estensione dei concetti alla base dei sistemi di gestione di workflow anche al coordinamento di servizi in rete forniti da più organizzazioni. In questo ambito, l’obiettivo principale è quello di realizzare l'integrazione di processi di business distribuiti e di comporre più servizi forniti da fornitori diversi al fine di creare nuovi servizi a valore aggiunto. Si realizza in questo modo un nuovo approccio allo sviluppo di applicazioni software, attraverso il loro assemblaggio a partire da un insieme di servizi Web appropriati, piuttosto che attraverso la loro scrittura manuale.

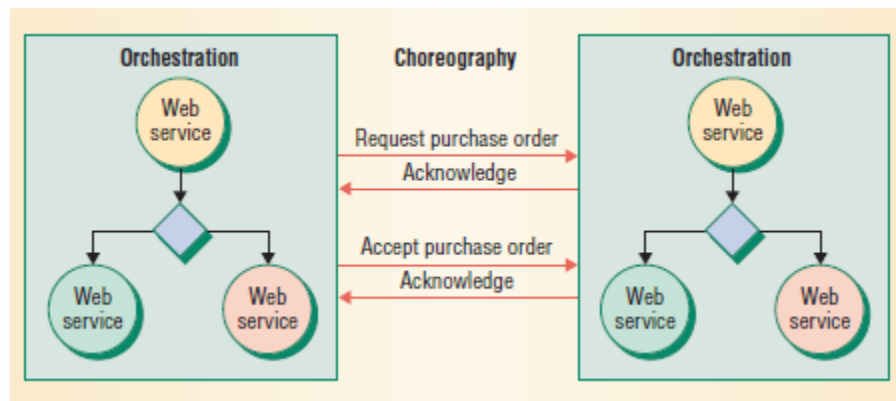
Tale composizione richiede però la definizione di standard per modellare le interazioni tra i servizi, e a tali standard hanno lavorato numerosi vendors e ricercatori.

La letteratura propone due principali approcci al coordinamento dei servizi in rete, che vengono designati sotto le denominazioni di “orchestrazione” e “coreografia”.

L’interazione tra i servizi avviene sempre tramite messaggi scambiati tra i servizi stessi. Per orchestrazione si intende il processo business ed in particolare la sua logica in termini del flusso di esecuzione controllato da una singola parte, mentre la coreografia definisce le sequenze di messaggi scambiati tra i Web Services, piuttosto che focalizzarsi sull’esecuzione da parte dei singoli attori.

L’orchestrazione presuppone il controllo sul processo da parte di una sola organizzazione e consente di gestire processi in esecuzione anche di lunga durata. La coreografia indica, invece, un approccio più collaborativo, in cui ogni partecipante descrive il proprio ruolo nell’interazione e il compito del sistema di coreografia è principalmente quello di tenere traccia delle interazioni avvenute tra le parti.

La differenza più importante tra orchestrazione e coreografia riguarda il punto di vista da cui si vede il processo. Nel caso dell’orchestrazione il punto di vista è quello di una delle parti che costituiscono il processo, in particolar modo della parte che ne gestisce il controllo, mentre nel caso della coreografia il punto di vista è quello generale di cooperazione tra i vari servizi.

L’orchestrazione viene utilizzata per realizzare un web service come composizione di più web service. I due servizi composti e orchestrati mostrati in figura interagiscono secondo una determinata coreografia, illustrata come scambi di messaggi e secondo uno schema di possibili interazioni in termine di coppie di messaggi di richiesta e risposta, che denotano gli effetti visibili del coordinamento.

BPEL4WS (o BPEL, in breve) è un linguaggio, nato all'inizio degli anni 2000, che si colloca come la principale proposta in letteratura per l'orchestrazione di Web Service, che può essere vista come una naturale evoluzione dei modelli e sistemi per la gestione di workflow.

L'OASIS (*Organization for the Advancement of Structured Information Standards*), società nata con il compito di realizzare standard aperti e condivisi dalla comunità internazionale, è la curatrice dello standard, ora noto come WS-BPEL (Web Services Business Process Execution Language).

Il BPEL è un linguaggio di orchestrazione, il cui scopo è quindi quello di descrivere la coordinazione tra più Web Services. La specifica BPEL modella il comportamento dei WS all'interno di un processo di business, e fornisce una grammatica basata su XML per descrivere la logica di controllo richiesta per coordinare i WS che partecipano al flusso del processo.

BPEL è ad un livello superiore rispetto a WSDL, ma sono comunque tra loro complementari: l'interfacce WSDL definiscono le specifiche operazioni disponibili di un servizio, BPEL definisce come sequenzializzarle; WSDL descrive i punti di accesso e di uscita per ogni BPEL process e i WSDL Data type descrivono le informazioni che vengono scambiate durante il processo; inoltre WSDL descrive i WS esterni che il processo BPEL richiede.

BPEL fornisce il supporto sia per descrivere processi di business eseguibili sia astratti: un processo eseguibile modella il comportamento dei partecipanti in una specifica interazione di business, essenzialmente modellando un flusso di lavoro esistente; un processo astratto o un protocollo di business specifica i messaggi scambiati tra parti; quest'ultimo può non essere eseguibile e può non scendere nei dettagli interni di un flusso di un processo.

In generale comunque rappresenta il tentativo di definire un linguaggio standard per processi di business portabili. Attraverso esso è possibile supportare:

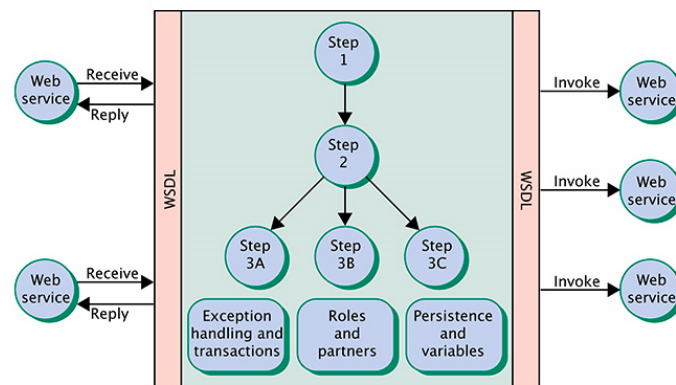
- Attività base: un'istruzione che fa interagire il processo con il mondo esterno (per es. la ricezione, la richiesta o un'invocazione di messaggi da e verso un Web Service); in un tipico scenario, il processo BPEL eseguibile inizialmente riceve un messaggio, poi invoca una serie di servizi per raccogliere informazioni ed infine risponde al richiedente.
- Attività strutturate: gestiscono il flusso dell'intero processo specificando la sequenza esatta di interazione con i Web Services; queste attività comprendono cicli condizionali, diramazioni dinamiche, essenzialmente sono alla base della logica di programmazione del processo
- I partnerLink (fornitori di servizi): possono essere servizi che il processo invoca, o servizi che invocano il processo; in particolare ogni partnerLink definisce lo specifico ruolo che il servizio ricopre all'interno del processo
- Le variables: rappresentano le strutture dati in grado di memorizzare i messaggi ricevuti e inviati: quando un processo BPEL riceve un messaggio inizializza le variabili appropriate, così che le azioni seguenti possano attingere a quelle informazioni, quindi le variabili sono usate per gestire la persistenza delle informazioni lungo le interazioni con i Web Services.
- Un meccanismo per la manipolazione dei dati: inteso come la possibilità di poter assegnare i valori di una variabile ad un'altra
- Un meccanismo per la gestione delle eccezioni: come nel linguaggio di programmazione Java attraverso clausole di "thrown-catch"

- Un meccanismo per la gestione delle istanze (message correlation): l'uso di elementi chiave per identificare con precisione le istanze di processo con le quali è in atto un'interazione bidirezionale
- Un meccanismo per la gestione delle transazioni: l'insieme di attività di una transazione è identificato in BPEL attraverso il tag <scope>, cioè tutte le operazioni racchiuse al suo interno o terminano con successo o vengono abortite; nella transazione lo sviluppatore ha la possibilità di specificare le azioni di compensazione da eseguire in caso d'errore.

I programmi scritti in linguaggio WS-BPEL sono chiamati processi e sono una collezione di attività messe a disposizione dal linguaggio. Per eseguire un processo è necessario un server apposito che ne implementi le funzionalità e resti in attesa di applicazioni client che ne chiedono la creazione di un'istanza: questi server prendono il nome di engine BPEL. L'engine è un “interprete" che trasforma i costrutti astratti del linguaggio WS-BPEL in operazioni eseguibili da un elaboratore.

L'importanza del linguaggio BPEL come strumento per l'orchestrazione dei web service si evidenzia principalmente effettuando un parallelo con la specifica da cui deriva, ossia lo standard WSDL. Infatti, la specifica WSDL permette di definire l'interfaccia pubblica dei servizi web, quindi la modalità con cui effettuare operazioni con il servizio stesso; ma, nella definizione di questa interfaccia vi è la completa assenza del concetto di stato, che porta quindi a definire l'interazione con i servizi web come una pura interazione Client-Server, che rende impossibile la creazione di processi di business complessi. Il linguaggio BPEL, invece, sopperisce a questa mancanza fornendo la possibilità di definire variabili che persistono durante tutta l'esecuzione del processo: questa caratteristica è realizzata rendendo anche il processo BPEL un web service, che interagisce con l'esterno tramite un'interfaccia WSDL, che presenta dei tag particolari per la concretizzazione del servizio. Si evidenzia quindi la natura ricorsiva di BPEL: BPEL consente, cioè di modellare le collaborazioni tra servizi esterni o interni, ma il processo da lui gestito viene anch'esso visto dall'esterno come un servizio Web. In questo modo si hanno notevoli vantaggi, prima fra tutte l'estrema modularità con cui possono essere costruiti diversi processi a partire dalle medesime attività atomiche.

Un'altra caratteristica fondamentale è che BPEL è sostanzialmente un'applicazione XML-based. Questa peculiarità gli permette di integrarsi e collaborare con altre applicazioni basate su XML; inoltre, risulta necessaria per l'adempimento della principale funzione di questo linguaggio, ossia l'orchestrazione dei web service. Questi ultimi, infatti, come già detto, basano la loro comunicazione sullo standard WSDL, che è anch'esso XML-based, per cui la comunicazione risulta più agevole se fondata su standard comuni ad entrambi i partecipanti.

Nella figura seguente viene riportato uno schema generale di processo BPEL.

Nel linguaggio BPEL, un processo è composto dalla rappresentazione delle interazioni tra i partner e dalla descrizione della sequenza di attività da svolgere. Un'istanza di processo è creata a run-time dall'interprete al momento in cui il processo viene chiamato, e scatena la sequenza delle attività ed interazioni modellate a livello statico.

Un processo WS-BPEL è un documento XML che contiene le seguenti sezioni:

- <process> - contiene tutte le seguenti sezioni e la descrizione del comportamento normale del processo;
- <import> - specifica i documenti WSDL e gli XML Schema utilizzati dal processo;
- <partnerlinks> - definisce i partner con cui il processo di business può interagire durante l'esecuzione;

- <variables> definisce le variabili usate dal processo, provvedendo alla loro definizione in termini di tipi di messaggio WSDL, XML Schema type oppure XML Schema element. Le variabili permettono al processo di mantenere informazioni di stato tra scambi di messaggi successivi;
- <correlationSets> - dichiara le variabili di correlazione utilizzate dal processo. Le occorrenze di questa sezione importano le proprietà delle variabili per la correlazione;
- <faultHandlers> - contiene le attività da eseguire nel caso si verifichino degli errori.

Il tag <process> costituisce la root del processo, all'interno della quale è contenuta tutta la logica del processo e comprende di fatto le informazioni generiche del processo, come il nome del processo BPEL, i vari namespaces, e i riferimenti agli XSD (XML schema definition).

I partner sono i partecipanti al processo di business. I processi BPEL interagiscono con Web Services esterni in due modi: il processo BPEL invoca operazioni di altri Web Services oppure riceve invocazioni da clients esterni. Possono pertanto essere distinte due categorie di partners:

- gli invoked partners (Web Service) che sono invocati dal processo
- i client partner (Web Service o applicazioni) che interagiscono con il processo per mezzo delle operazioni che esso stesso fornisce tramite la propria interfaccia WSDL.

Le due categorie non sono necessariamente disgiunte, infatti un web service può essere sia un invoked partner che un client partner.

Chiaramente un processo BPEL ha almeno un client partner che corrisponde al client che invoca il processo BPEL.

La relazione che si instaura tra il processo di business ed un partner è dunque una relazione tra due fornitori di servizi. Questa deve essere specificata associando al partner e al processo i ruoli che giocano all'interno della relazione stessa. L'associazione tra partner e ruolo o tra processo e ruolo è specificata tramite il costrutto *partnerLinkType*.

Un partnerLinkType può definire al massimo due ruoli (ruolo del processo e ruolo del web service) e ad ognuno di essi possiamo associare una serie di portTypes (quelle relative ai WS che possono interpretare il ruolo che stiamo definendo). Ogni partner va associato ad un partnerLinkType. Dunque per definire un partner dobbiamo prima specificare il ruolo che deve interpretare all'interno del partnerLinkType.

I costrutti partnerLinkType sono inclusi direttamente all'interno del WSDL di ciascun servizio partner. Nel WSDL viene infatti introdotta un'estensione per garantire l'interazione con il processo BPEL, ossia la definizione di un <partnerLinkType>.

La sintassi BPEL per la definizione di un ruolo è la seguente:

```
<plnk:partnerLinkType name="…">
<plnk:role name="…" portType="…" />
<plnk:role name="…" portType="…" />?
</plnk:partnerLinkType>
```

dove:

- partnerLinkType name: indica il nome che si vuole assegnare al partnerLinkType;
- role name: indica il nome del ruolo interpretato dal partner o dal processo;
- role portType: indica la portType del web service che può interpretare il ruolo.

Una volta determinati i tipi di partnership possibili è possibile passare alla definizione del partner all'interno del processo BPEL.

I partnerLink sono riferimenti concreti ai servizi con cui il processo BPEL interagisce e seguono una sintassi del tipo:

```
<plnk:partnerLinks>
<plnk:partnerLink name="…"
partnerLinkType="…"
```

```
partnerRole="…"
//opzionale
myRole=”…”/>
</plnk:partnerLink >
………
</plnk:partnerLinks >

<partnerLinks>
<partnerLink name="…" partnerLinkType="…"
myRole="…"? partnerRole="…"?
initializePartnerRole="yes|no"? />+
</partnerLinks>
```

dove:

- partnerLink name: indica il nome del partner del processo;
- partnerLinkType: indica il partnerLinkType in cui si è stabilito il ruolo che vogliamo far interpretare a questo partner;
- partnerRole: indica il ruolo del partner, definito nel partnerLinkType specificato nell’attributo precedente;
- myRole: indica il ruolo del processo definito nel partnerLinkType.
-

Il flusso di un processo WS-BPEL viene implementato tramite le attività di WS-BPEL, ossia blocchi di processi BPEL.

Le attività possono essere catalogate in tre macro gruppi:

- attività di base;
- attività strutturate;
- attività speciali.

Le attività di base sono semplici attività come ricevere un messaggio, invocare un Web Service e assegnare valori alle variabili.

Le attività strutturate gestiscono il flusso di un processo specificando le attività da elaborare e l'ordine con le quali devono essere elaborate; sono simili a costrutti condizionali e di loop nei linguaggi di programmazione.

Le attività speciali introducono variabili di scope e gestiscono attività come i processi di terminazione.

<invoke> - rappresenta l’invocazione sincrona (input/output variable) o asincrona (solo input variable) di un’operazione di un web service. BPEL gestisce infatti la distinzione tra chiamata sincrona o asincrona in maniera implicita, ossia a seconda degli attributi che trova valorizzati all’interno dell’activity.

<receive> - attende un messaggio da parte di un servizio. Questa istruzione è utilizzata per ricevere messaggi di risposta asincroni dai servizi che andiamo a invocare oppure per inizializzare una nuova istanza di un processo BPEL. Con tale attività infatti si ha la possibilità di iniziare un processo, creando l’istanza del processo stesso.

<reply> - in una comunicazione di tipo sincrono invia un messaggio di risposta al partner che ha inviato il messaggio all’attività <receive>.

<assign> - può essere usata per copiare valori da una variabile ad un’altra oppure per assegnare nuovi valori. Questo costrutto permette di assegnare i valori alle variabili sfruttando le proprietà di XPath. Un assignment consiste in un numero di copie di dati da una sorgente a una destinazione. La destinazione può essere un documento XML, il risultato della valutazione di un espressione o una query che estrae dati da un'altra variabile.

La copia può essere effettuata solo se il tipo della sorgente e della destinazione è lo stesso, o se il tipo della sorgente è un sottotipo di quello della destinazione.

<throw> - lancia un segnale di errore. Attraverso il costrutto throw si ha la possibilità di segnalare un errore che si verifica durante l'esecuzione del processo BPEL. L'elemento è identificato da un nome e può possedere una variabile che fornisce ulteriori informazioni sul tipo di errore occorso.

<rethrow> - passa il compito di gestire un errore precedentemente segnalato al fault handler che lo racchiude.

Può essere usato solo all'interno di un fault handler (<catch> and <catchAll>).

<wait> - sospende il processo per un determinato periodo di tempo o fino a quando non si verifica un determinato evento.

<empty> - non fa niente ed è paragonabile ad un no operation. può essere utile per la sincronizzazione di attività concorrenti.

<validate> - valida I valori delle variabili rispetto alle definizioni XML e WSDL ad esse associate.

<exit> - termina il processo immediatamente senza che vengano creati messaggi di errore.

L'insieme di queste activity costituisce il cuore delle funzionalità della specifica BPEL. Attraverso di esse possiamo gestire la logica del workflow del Business Process, gli errori, le eccezioni che sono diverse dagli errori in quanto riguardano le transazioni che danno un risultato diverso da quello previsto e gli eventi che riguardano la gestione delle istruzioni che devono essere eseguite all'arrivo di un determinato tipo di messaggio.

Le attività strutturate stabiliscono la logica con cui una collezione di attività debba essere eseguita. Possono essere annidate, combinate in qualsiasi modo e usate in modo ricorsivo.

<sequence> - esegue le attività contenute al suo interno in ordine lessicale. Termina la sua esecuzione quando l'ultima attività della serie ha completato la propria logica. Gli elementi sequence possono essere innestati per creare sequenze all'interno di altre sequenze.

<flow> - esegue tutte le attività contenute al suo interno in parallelo. Un'attività flow si considera terminata quando tutte le sue attività sono terminate. Le attività in un costrutto <flow> possono essere collegate insieme tramite dei links che specificano l'ordine di esecuzione delle attività e permettono di sincronizzare l'esecuzione di questi flussi di istruzioni. Inoltre le condizioni di transizione determinano i rami del flusso che devono essere attraversati e le condizioni di join specificano i requisiti circa l'unione di attività in parallelo rispetto ad una attività. I link connettono due attività e ne controllano l'ordine di esecuzione tramite la creazione di dipendenze

<pick> - esegue un'attività scelta in base al verificarsi di un determinato evento. Il costrutto può essere utilizzato anche per la creazione dell'istanza di un processo BPEL.

La Pick attende l'occorrenza di un evento (tra un insieme di possibili eventi) e ne esegue l'attività associata. Tipicamente tali eventi si escludono a vicenda ed una volta che uno di essi è accettato nessuno dei restanti può essere trattato da quella Pick.

I possibili eventi sono:

1. l'arrivo di un messaggio da un client partner tramite un'operazione definita sulla portType del processo (la sintassi è quella di una Receive). Ogni elemento <onMessage> è preposto all'intercettazione di un diverso evento, ma la funzione <pick> termina una volta eseguite le istruzioni relative alla prima occorrenza di uno di questi.

2. un allarme temporale. L'elemento <onAlarm> permette di stabilire un tempo massimo per la validità del costrutto < pick >. Se il valore specificato per la durata in <for> è pari a zero o negativo, o se è già stato raggiunto o superato un termine specificato in <until>, allora l'evento <onAlarm> viene eseguito immediatamente.

<if> - esegue un'attività se la condizione è vera, se la condizione è falsa esegue un'altra attività. L'attività consiste in un elenco ordinato di uno o più rami condizionali definiti dal tag <if> e da elementi facoltativi <elseif>, seguiti da un elemento facoltativo <else>. I rami <if> e <elseif> sono considerati nell'ordine in cui appaiono. Il primo ramo la cui <condition> viene verificata verrà eseguito, e verrà effettuata la corrispondente activity contenuta in esso. Se non viene verificata nessuna condizioneallora verrà preso in considerazione il ramo <else> qualora sia presente. L'attività <if> è completata al completamento di tutte le attività contenute nel ramo selezionato, oppure immediatamente qualora nessuna condizione venga soddisfatta e non sia stato specificato un ramo <else>.

<while> - esegue una data attività ripetutamente, finché si verifica una certa condizione. L'attività contenuta viene eseguita fin quando, all'inizio di una nuova iterazione, la condizione booleana viene ritenuta vera.

<repeatUntil> - esegue una data attività ripetutamente, finché si verifica una certa condizione.

La condizione viene verificata dopo ciascuna iterazione del corpo del ciclo. A differenza dell'attività <while>, il ciclo <repeatUntil> esegue l'attività contenuta almeno una volta.

<forEach> - esegue l'attività <scope>, presente al suo interno, per un determinato numero di volte. Il numero di iterazioni sarà esattamente N+1 volte dove N corrisponde alla differenza tra <finalCounterValue> e <startCounterValue>. Le iterazioni possono essere svolte contemporaneamente in parallelo. In modo opzionale può essere specificato con il tag <completionCondition> un valore intero che permette di sospendere l'iterazione quando il numero di attività completate supera questo valore.

<scope> - permette di definire attività annidate con proprie variabili Al suo interno possono essere dichiarate nuove variabili e sono presenti le strutture per la gestione di errori ed eccezioni e per la definizione degli eventi (messaggi e tempi limite per l'esecuzione dello <scope >) e dei <correlationSet>. Può essere vista come un sottoprocesso con le proprie variabili ed i propri partnerlink: le sezioni definite al suo interno hanno solo valore locale.

<compensateScope> - è usata per iniziare una compensazione su uno specificato scope interno che è già stata completata con successo.

<compensate> - è per iniziare una compensazione su tutti gli scopes interni che sono già stati completati con successo.

I processi BPEL modellano lo scambio di messaggi tra le varie invocazione di Web Services. Quando un processo invoca un servizio e riceve una risposta spesso è necessario memorizzare tale risposta in modo tale da poterla utilizzare in successive invocazioni o per estrarne dei dati.

BPEL fornisce il concetto di variable proprio per memorizzare i messaggi scambiati tra i partners del processo di business e per mantenerne lo stato. Possiamo pensare alla variable come ad una variabile di un comune linguaggio di programmazione e come tale consente di manipolare i dati in essa contenuti.

Le variabili possono essere di diversi tipi

- Tipi definiti nei WSDL (types e messages);
- Tipi e elementi definiti attraverso XML Schema ;
- Tipi semplici.

Ciascuna <variable> è dichiarata all'interno di uno <scope> e si dice che appartiene a quello scope. E' possibile definire variabili sia globalmente che all'interno di un particolare scope. Le variabili che appartengono allo scope globale del processo sono chiamate variabili globali. Variabili che invece appartengono ad altri scope, non globali, sono chiamate variabili locali. Ogni variabile è visibile solo all'interno dello scope in cui è definita e in tutti gli scope innestati al suo interno. Le variabile globali sono visibili in tutto il processo BPEL.

Una variabile può essere inizializzata in due modi:

- in un qualsiasi punto del flusso del processo da una attività che gestisce i messaggi entranti o uscenti (Receive, Reply, Invoke, Pick);
- da una specifica attività, la Assign;

La Assign ci permette di copiare dei dati da una variable all'altra oppure di assegnare a questo un valore predefinito. Naturalmente la copia è possibile solo se le variable sono compatibili, vale a dire gli elementi che si manipolano sono dello stesso tipo. In caso contrario si genera un'eccezione.

I valori memorizzati nelle variabili possono essere mutati nel corso di esecuzione dei processi. L'attività <validate> può essere utilizzata per garantire che i valori delle variabili siano validi rispetto ai loro associati dati XML. Questa attività ha un attributo variables, che elenca i nomi delle variabili da valicare, eventualmente separati da the spazi.

Quando una o più variabili non sono valide rispetto alla propria definizione deve essere lanciato un fault fault bpel:invalidVariables.

Come tutti i prodotti software, anche un processo di BPEL può sollevare delle eccezioni durante l'elaborazione. Il linguaggio BPEL mette a disposizione il costrutto <faultHandlers> che ha il compito di catturare e gestire le situazioni eccezionali, sia ricevute dall'esterno, che lanciate dal processo stesso.

Un caso tipico di ricezione di un errore in seguito a un’attività di comunicazione con l’esterno può essere sollevato dall’invocazione di un web service: i WSDL, infatti, prevedono dei tag particolari che consentono di rendere visibile il tipo di errore che può essere lanciato.

Internamente al processo, invece, si possono verificare due casi:

- il primo caso è quello di esplicito lancio di un fault dalla logica del processo, questa situazione può essere implementata attraverso l’attività throw, che dichiara un nome qualificato di un fault e può mettere a disposizione una variabile che associa i dati al fault stesso
- il secondo caso è un fault sollevato a runtime: l’architettura BPEL consente di riconoscere a runtime delle situazioni che sollevano eccezione, come ad esempio un’assegnazione incompatibile tra tipi, variabili non inizializzate e messaggi correlati non validi. In questi casi l’istanza del processo lancia una fault standard BPEL.

BPEL definisce vari standard faults, quali ad esempio: mismatchedAssignmentFailure (tipi incompatibili in una attività di assign), correlationViolation (messaggio contenuto nella reply, receive o invoke non corrispondente con il correlation data), uninitializedVariable (tentativo di accedere a una parte non inizializzata di una variabile), invalidReply (si cerca di eseguire una reply per la quale non è stata processata una corrispondente attività di receive).

Il verificarsi di un’eccezione segna l’interruzione della normale esecuzione dell’attività e il passaggio all’esecuzione del gestore corrispondente all’eccezione.

L’elemento <faultHandlers> annidato in un’attività <scope> (o nello stesso elemento radice <process>) definisce un insieme di gestori delle eccezioni, che sono attività che vengono eseguite se l’attività principale dello scope (o del processo) genera quel tipo di eccezione. Se viene sollevata un’eccezione, l’esecuzione dell’attività principale si interrompe e viene selezionato uno dei fault handler in base al tipo dell’eccezione.

Sintatticamente, un fault handler viene implementato tramite gli elementi catch e catchAll: il primo consente di specificare il nome qualificato del fault (come ad esempio quelli lanciati dai costrutti throw), mentre l’altro consente la cattura di ogni tipo di eccezione.

BPEL introduce anche il costrutto <compensationHandlers> per gestire le attività compensative nel caso si debbano annullare le operazioni eseguite con successo prima che si sia verificata un’eccezione.

Un compensatonHandler può essere invocato direttamente dall’attività <compensate>, prima però che possa essere invocato l’attività a cui si riferisce deve essere terminata correttamente.

L’elemento <compensationHandler> annidato in un’attività <scope> (o nello stesso elemento radice <process>) definisce l’attività di compensazione dello scope (o del processo stesso).

Tale attività può essere invocata dopo il completamento dello scope attraverso l’esecuzione di un’attività compensate, che può essere contenuta in un fault handler o nel compensation handler dello scope in cui è annidato lo scope da compensare.

I partners interagiscono sempre con una istanza del processo. In BPEL l’unico modo per istanziare un processo è quello di attendere, in uno specifico punto del flusso, la ricezione (Receive) di un messaggio. E’ possibile identificare un’istanza attraverso un campo chiave inizializzato con il messaggio ricevuto inizialmente. In BPEL il meccanismo di trovare o creare, se necessario, le istanze appropriate attraverso una chiave è chiamato message correlation.

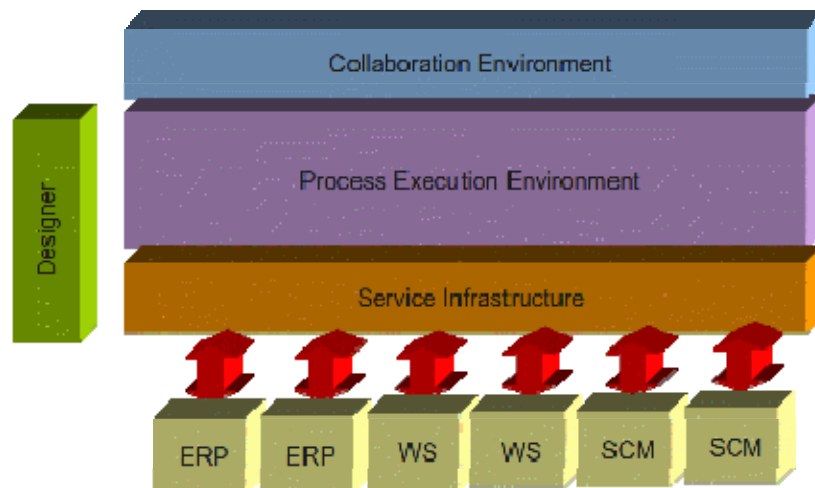
I < correlationSet > sono una particolare struttura per correlare un messaggio alla rispettiva istanza e porta del processo BPEL a cui è destinato.

I correlation set sono dichiarati a livello globale del processo oppure all’interno di uno < scope > e possono essere utilizzati assieme agli elementi < invoke >, < receive >, <reply >, negli < eventHandlers > e nel costrutto < pick >. L’idea è quella di assegnare ad una parte del messaggio il compito di identificare il processo, in modo da smistare correttamente i messaggi destinati a quella particolare istanza di processo.

Una volta definita la correlazione è possibile inizializzarla e successivamente gestirla, tramite le attività Receive, Reply, Invoke, Pick la correlazione. Per fare ciò BPEL fornisce il costrutto <correlation> inserito come elemento nella definizione delle suddette attività.

1.1.3 Il risultato: la piattaforma ICT FOODSYS

Le soluzioni tecnologiche anche di base e gli standard analizzati nei precedenti obiettivi/attività, di cui sono stati presentati sopra gli elementi più significativi, hanno consentito di definire e di implementare l'architettura tecnologica della piattaforma ICT di gestione del sistema FOODSYS.

Dal punto di vista architetturale la piattaforma FOODSYS può essere schematizzata come mostrato nella figura seguente:

Architettura piattaforma ICT FOODSYS

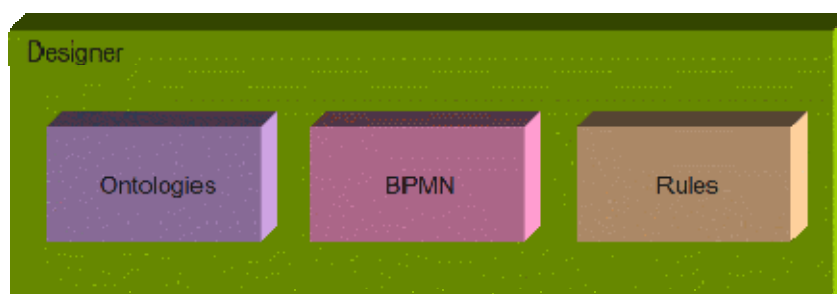
Tale architettura si compone dei seguenti macro-moduli:

- ***Designer***, cioè l'IDE (Integrated Development Environment) della piattaforma, che offre gli strumenti funzionali al designing delle ontologie, dei processi e delle regole inferenziali
- ***Collaboration Environment***, cioè un insieme di sotto moduli applicativi che offrono le funzionalità a disposizione di tutti gli attori della supply chain (compravendita, gestione documentale, elaborazione del QFD, tracciabilità e rintracciabilità delle merci, analisi dei dati, etc.)
- ***Process Execution Environment***, cioè l'ambiente in cui interagiscono e collaborano i processi della supply chain attraverso le azioni che compongono i piani BPMN
- ***Service Infrastructure***, cioè il *service framework* della struttura di comunicazione della piattaforma prototipale FOODSYS che gestisce i servizi (Web Service) esposti dagli attori della supply chain e le relative descrizione semantiche

1.1.3.1 Designer

Con questo modulo la piattaforma mette a disposizione gli strumenti necessari alla formalizzazione dei processi collaborativi definiti per la supply chain in base al modello SCOR; il Designer fornisce anche gli strumenti utili alla definizione delle ontologie e alla creazione delle regole di inferenza.

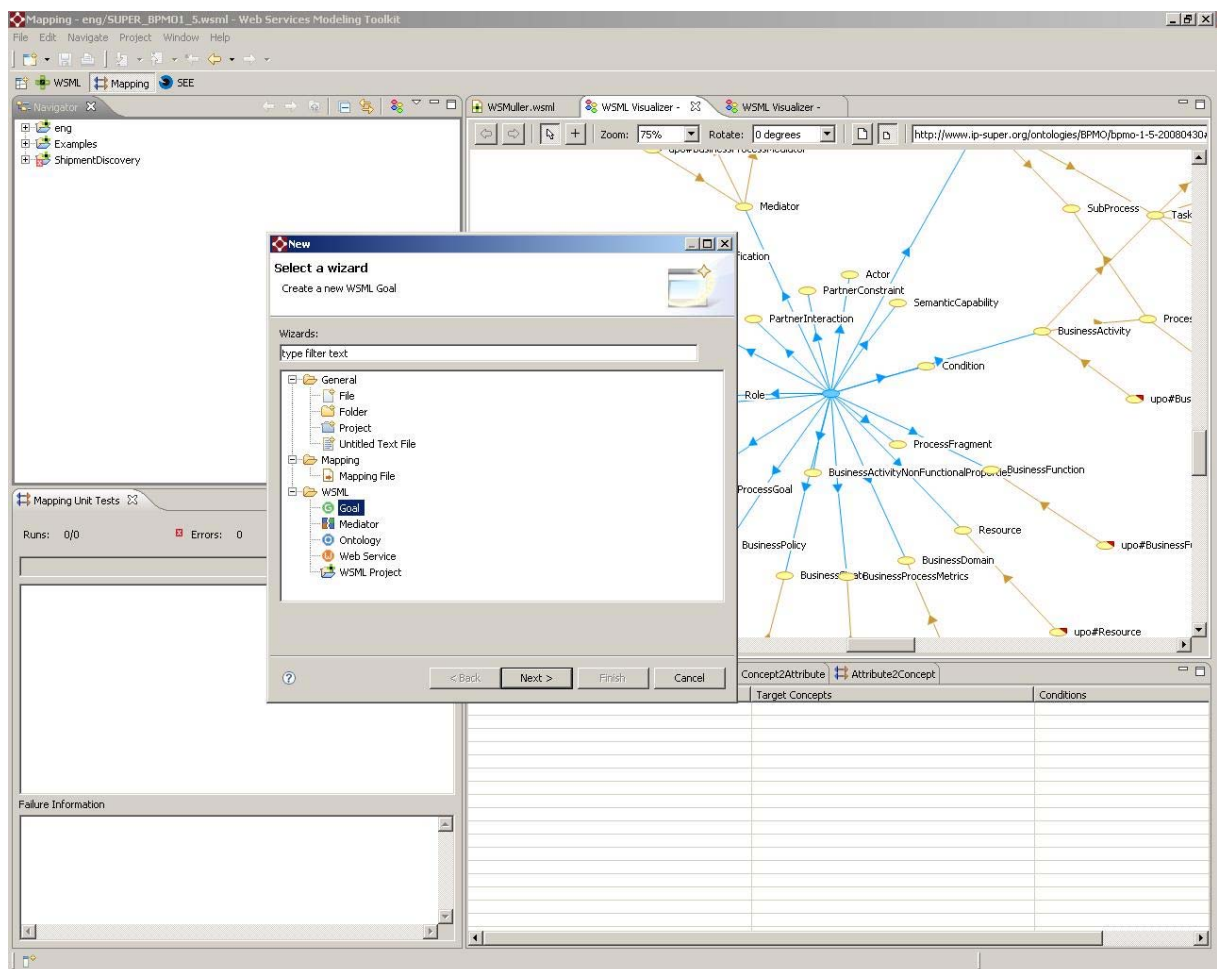
Il Designer è, in pratica, l'IDE della piattaforma prototipale ed è composto dai seguenti moduli:

- Ontologies Designer
- BPMN Designer
- Rules Designer

Designer

Ontologies Designer

L’Ontologies Designer offre la possibilità di definire tutto quanto necessario alla creazione servizi Web semantici (Semantic Web Services - SWS), cioè i Web Service arricchiti con opportuni metadati che ne specificano la semantica e consentono la gestione con tecniche automatiche. Le ontologie vengono definite con il linguaggio WSMO (Web Service Modeling Ontology), che mira a descrivere tutti gli aspetti rilevanti di ogni servizio accessibile tramite Web Service, allo scopo di supportare l’automazione totale o parziale di azioni tipiche quali la ricerca, la selezione, la composizione, l’integrazione e la negoziazione dei WS.

L’Ontologies Designer consente di definire i seguenti elementi:

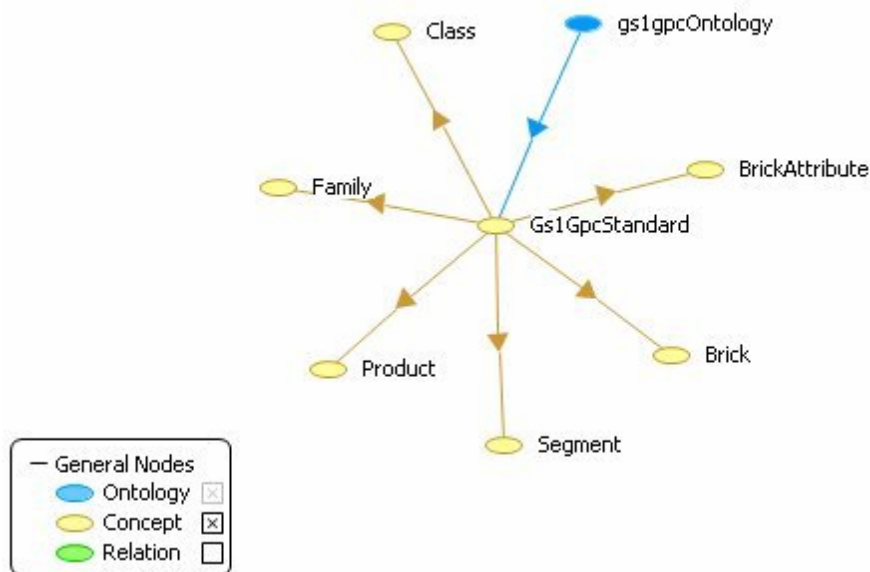
- le ontologie, che forniscono la terminologia usata dagli altri elementi
- i Web Service, che, opportunamente interrogati, forniscono valori in specifici domini
- i goal, che rappresentano i desideri e le aspettative degli utenti
- I mediatori, che si fanno carico dei problemi di interoperabilità tra i diversi elementi

Ontologies Designer

Le ontologie sono specifiche formali esplicite di concettualizzazioni condivise, relative a una realtà che è oggetto di una descrizione. Esse forniscono una definizione rigorosa e non ambigua della terminologia usata dagli altri elementi WSMO per descrivere gli aspetti rilevanti degli oggetti modellati. Contrariamente alle semplici specifiche terminologiche in forma di glossario, che si concentrano esclusivamente sugli aspetti sintattici, le ontologie offrono, in aggiunta, definizioni formali che sono trattabili in modo automatico e permettono ad altri componenti o applicazioni di prendere in considerazione il significato dei termini.

Tenuto conto che il GS1 System è il più diffuso al mondo tra i sistemi di standard per la gestione delle supply chain, a partire dalla codifica fornita dal GS1 è stata definita la relativa ontologia.

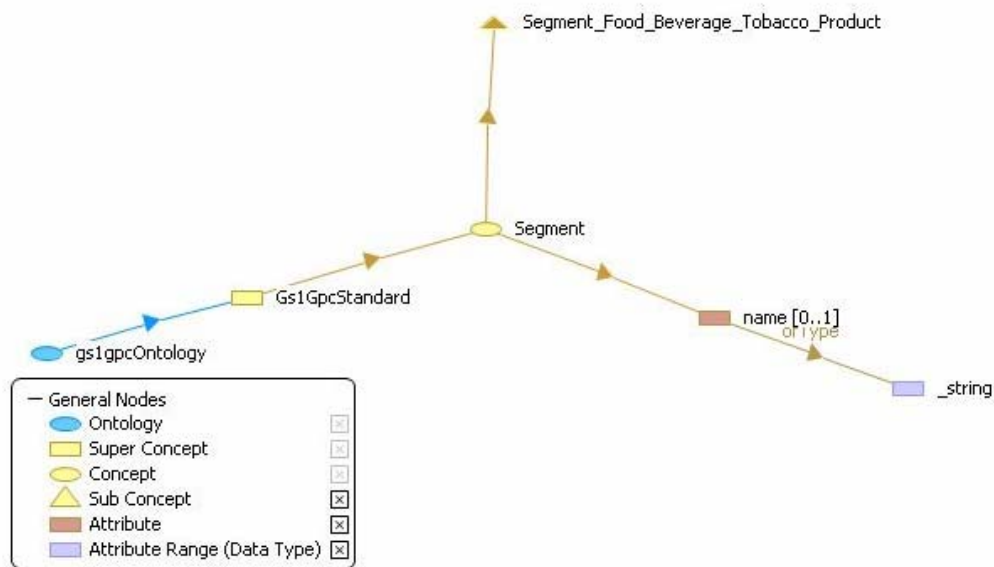
Ontologia GS1

Di seguito viene descritto, a scopo di esempio, un estratto della ontologia definita.
E' stato dichiarato un concetto generico, padre di tutti gli altri concetti, caratterizzato da un unico attributo: *name*.

```
concept Gs1GpcStandard
        nonFunctionalProperties
           dc#description hasValue "concetto rappresentante l'intero standard GS1 GPC"
           dc#title hasValue "Gs1GpcStandard"
        endNonFunctionalProperties
name ofType (0 1) _string
```

A partire dal concetto generico sono stati definiti i concetti: segmento, famiglia, classe, brick, attributo di brick e prodotto.
Il concetto di segmento non è caratterizzato da nessun altro attributo specifico.

```
concept Segment subConceptOf Gs1GpcStandard
        nonFunctionalProperties
           dc#description hasValue "concetto di Segment"
           dc#title hasValue "Segment"
endNonFunctionalProperties
```

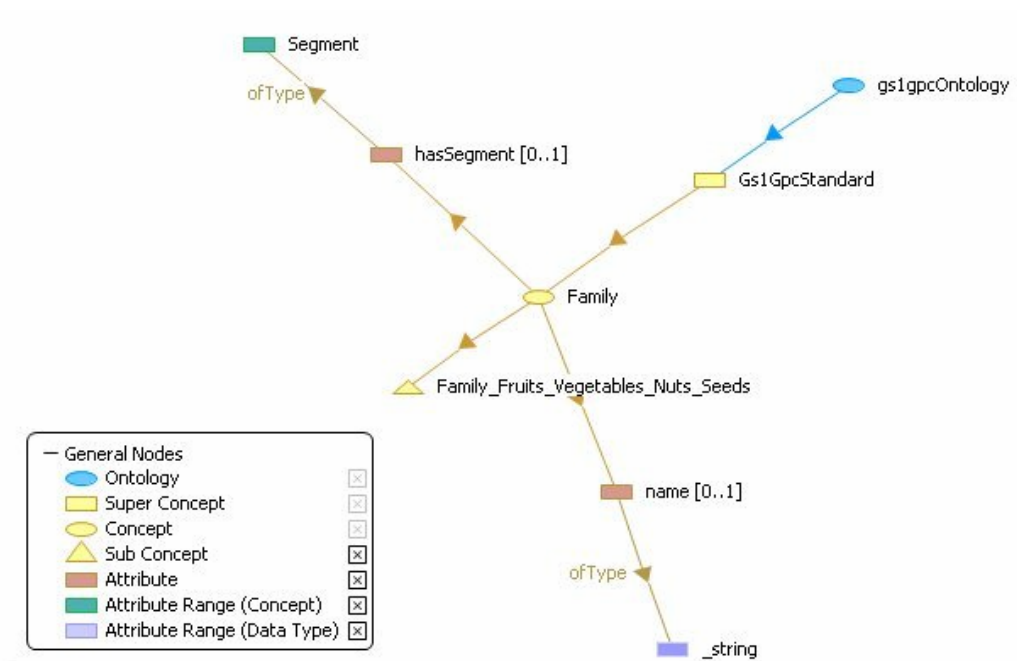
Di seguito è rappresentata una istanza del concetto segmento:
Food_Beverage_and_Tobacco_Product_7.

```
instance Food_Beverage_and_Tobacco_Product_7 memberOf dO#Segment
dO#name hasValue "Food Beverage and Tobacco Product"
```

Il concetto di famiglia è caratterizzato da un attributo *hasSegment*, di tipo segmento, che rappresenta il segmento a cui quella famiglia appartiene.

```
concept Family subConceptOf Gs1GpcStandard
        nonFunctionalProperties
           dc#description hasValue "concetto di Family"
           dc#title hasValue "Family"
        endNonFunctionalProperties
hasSegment ofType  (0 1) Segment
```

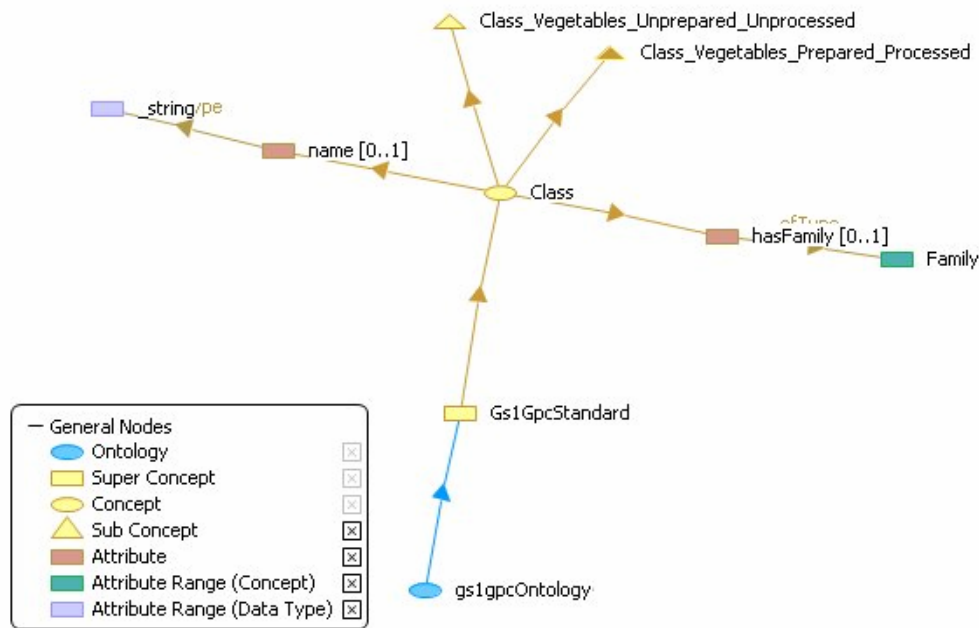
Di seguito è rappresentata una istanza del concetto famiglia:

Family, Fruits_Vegetables_Nuts_Seeds_1.

```
instance Fruits_Vegetables_Nuts_and_Seeds_1 memberOf dO#Family
dO#hasSegment hasValue Food_Beverage_and_Tobacco_Product_7
dO#name hasValue "Fruits Vegetables Nuts and Seeds"
```

Il concetto di classe è caratterizzato da un attributo *hasFamily*, di tipo famiglia, che rappresenta la famiglia a cui quella classe appartiene.

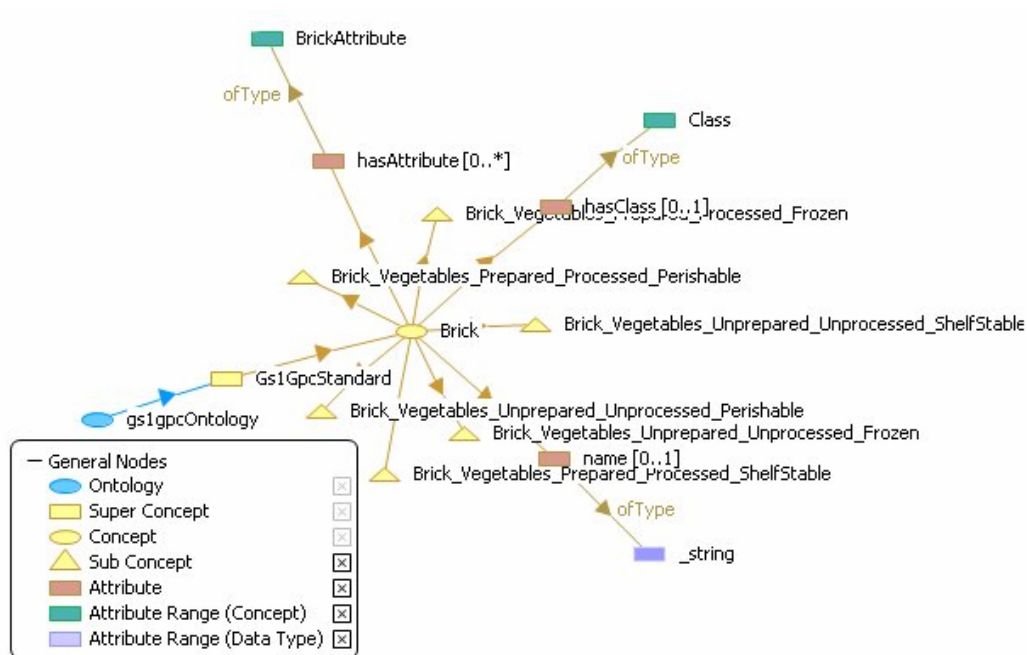
```
concept Class subConceptOf Gs1GpcStandard
 nonFunctionalProperties
     dc#description hasValue "concetto di Class"
     dc#title hasValue "Class"
 endNonFunctionalProperties
 hasFamily ofType  (0 1) Family
```

Di seguito sono rappresentate due istanze del concetto classe:
Class, Vegetables_Unprepared_and_Unprocessed_1
Vegetables_Prepared_and_Processed_7.

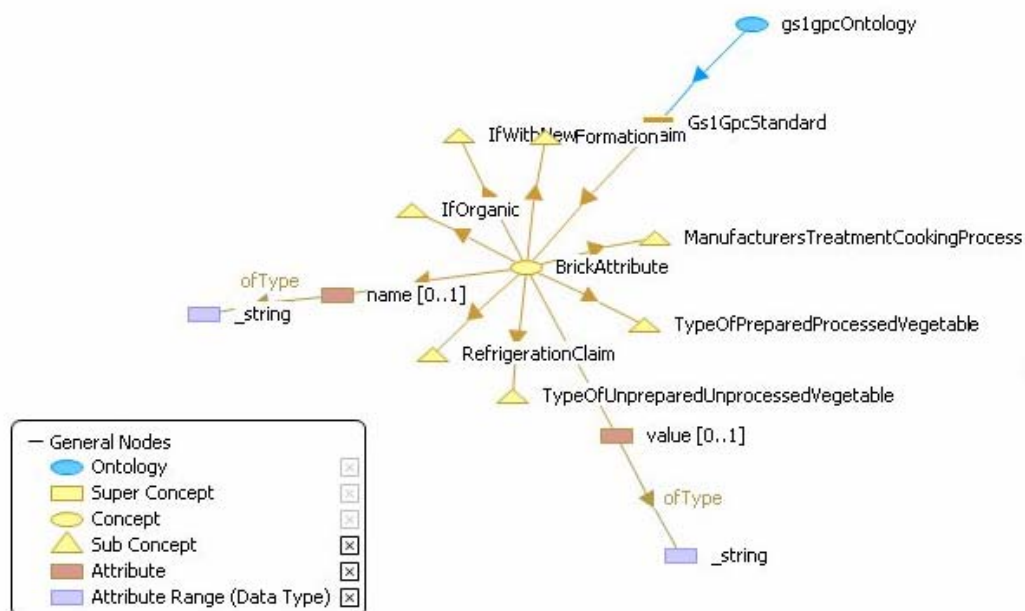
```
instance Vegetables_Unprepared_and_Unprocessed_1 memberOf dO#Class
dO#hasFamily hasValue Fruits_Vegetables_Nuts_and_Seeds_1
dO#name hasValue "Vegetables - Unprepared and Unprocessed"
instance Vegetables_Prepared_and_Processed_7 memberOf dO#Class
dO#hasFamily hasValue Fruits_Vegetables_Nuts_and_Seeds_1
dO#name hasValue "Vegetables - Prepared and Processed"
```

Il concetto di brick è caratterizzato da un attributo *hasClass*, di tipo classe, che rappresenta la classe a cui quel brick appartiene e da n attributi *hasAttribute*, di tipo attributo di brick.

```
concept Brick subConceptOf Gs1GpcStandard
nonFunctionalProperties
   dc#description hasValue "concetto di Brick"
   dc#title hasValue "Brick"
endNonFunctionalProperties
hasClass ofType  (0 1) Class
hasAttribute ofType  (0 *) BrickAttribute
```

Sono state dichiarate varie istanze di concetto Brick, tra cui, ad esempio,
Vegetables_Unprepared_and_Unprocessed_Shelf_Stable_6.
di seguito rappresentata.

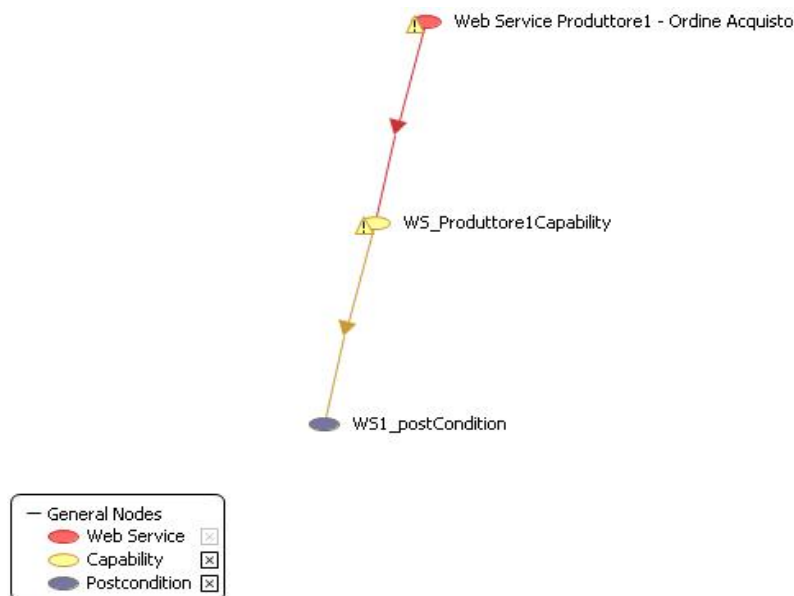
```
instance Vegetables_Unprepared_and_Unprocessed_Shelf_Stable_6 memberOf dO#Brick
dO#hasClass hasValue Vegetables_Unprepared_and_Unprocessed_1
dO#name hasValue "Vegetables - Unprepared and Unprocessed (Shelf Stable)"
```

Il concetto di attributo di brick è caratterizzato da due attributi di tipo stringa, *name* e *value*.

concept BrickAttribute subConceptOf Gs1GpcStandard
name ofType (0 1) _string
value ofType (0 1) _string

Sono state dichiarate varie istanze del concetto BrickAttribute.

Il concetto di Prodotto è caratterizzato dagli attributi *hasSegment*, *hasFamily*, *hasClass* e *hasBrick*.

concept Product subConceptOf Gs1GpcStandard
nonFunctionalProperties
dc#description hasValue "concetto di Prodotto"
dc#title hasValue "Prodotto"

endNonFunctionalProperties
hasSegment ofType (0 1) Segment
hasFamily ofType (0 1) Family
hasClass ofType (0 1) Class
hasBrick ofType (0 1) Brick

I Web Service sono le unità di computazione con cui si accede ad alcuni dei servizi offerti dai membri della supply chain. La descrizione di un Web Service deve coprire, attraverso la terminologia introdotta tramite opportune ontologie, le sue caratteristiche funzionali, le sue interfacce di accesso e il meccanismo interno di funzionamento.

Semantic Web Sevices

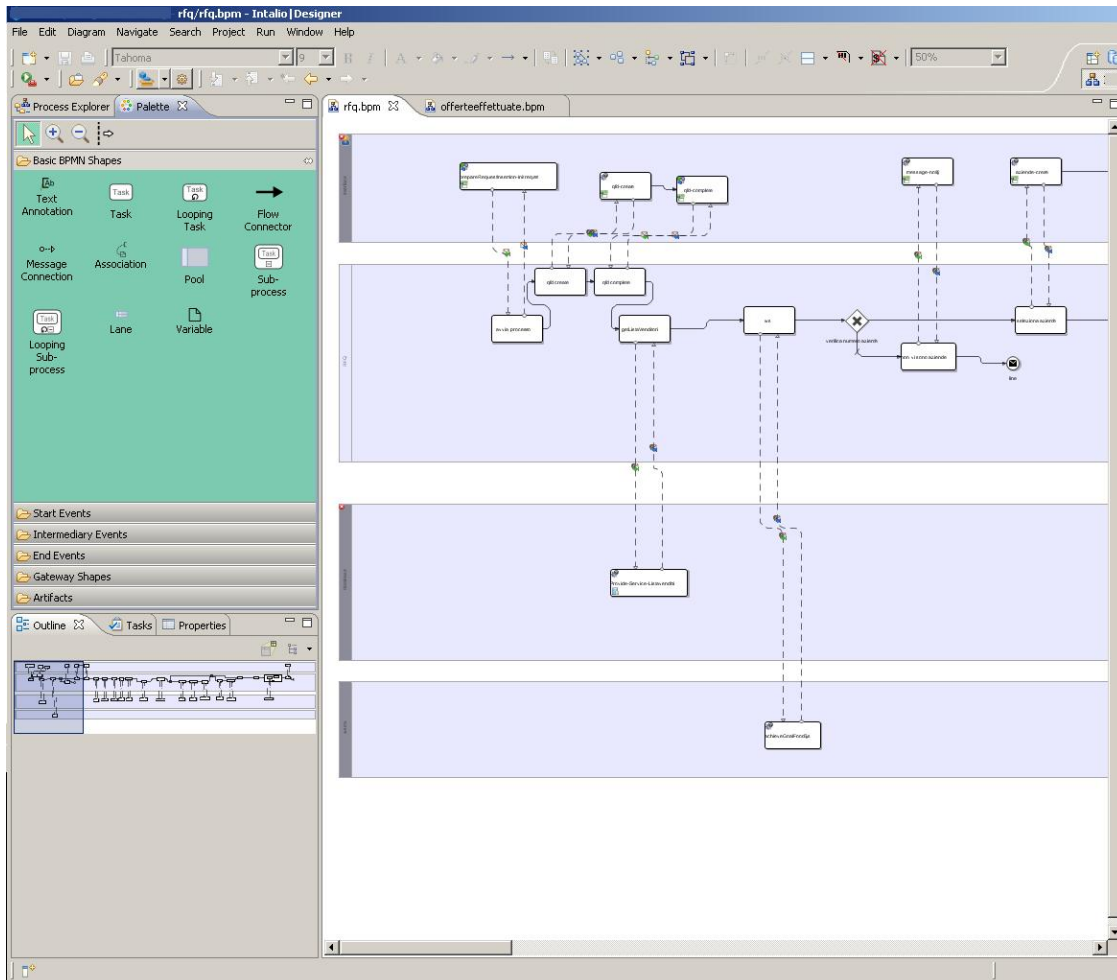
I goal descrivono tutti gli aspetti legati ai desideri e alle aspettative degli utenti rispetto a una funzione di cui hanno bisogno. Anche la descrizione dei goal si basa sui termini formalizzati tramite le ontologie. I goal sono un modello del punto di vista degli utenti nell'uso dei Web Service.

I mediatori descrivono gli elementi che si fanno carico di gestire i problemi di interoperabilità dei diversi componenti, in termini di incompatibilità dei dati, incongruenze nei processi e differenze nei protocolli. A livello dei dati, le incompatibilità risultano tipicamente dall'uso di terminologie di origine diversa, e si evince ancora una volta quanto centrale sia il ruolo delle ontologie.

BPMN Designer

BPMN Designer offre un unico strumento che viene utilizzato sia dai business analysts che dai software engineers a sostegno della modellizzazione e lo sviluppo dei processi aziendali. Di conseguenza si hanno i benefici di avere un ambiente comune di lavoro cross-funzionale che incoraggia la comunicazione tra gli analysts ed engineers e preserva l’integrità dei processi di business sull’intero ciclo di vita, dal design al deployment sino alla loro ottimizzazione.

Il Designer BPMN è realizzato come plugin dell'ambiente di sviluppo Eclipse. Utilizzando il Designer non si ha bisogno di scrivere codice in quanto esso è in grado di tradurre ogni diagramma BPMN in fully-executable BPEL 2.0 processes. Questi processi possono poi essere installati sul Server BPMS.

Il Designer BPMN permette a qualsiasi modello BPMN di essere tradotto in processi BPEL pienamente eseguibile senza dover scrivere alcun codice. Questo risultato è ottenuto attraverso una combinazione di algoritmi di generazione di codice proprietario e connettori che espongono attraverso Web Services sistemi ed applicazioni. Ogni processo è definito utilizzando le specifiche BPMN 1.1 o BPMN 2.0, da cui è generato automaticamente codice BPEL 2.0. Il Modeler BPMN supporta la specifica BPMN 2.0 esteso con costrutti per BPEL4People human workflow.

BPMN Designer

I principali elementi supportati dal Designer sono quelli previsti dallo standard BPMN:

- Flow Objects (oggetti del flusso)
- Events (Eventi): "accadono" nell'ambito di un processo(e hanno una rilevanza per la sua esecuzione). Si suddividono in start, intermediate e end evend a seconda di dove ricadono all'interno di un processo
- Activities (Attività): possono essere atomica o composta a seconda che sia un task o un subporcess
- Gateways: utilizzati per gestire la convergenza e la divergenza dei flussi di sequenza.
- Connecting Objects (connettori)
- Sequence Flow (flusso di sequenza): indica l'ordine di svolgimento delle attività
- Message Flow (flusso di messaggio): comunicazione tra due partecipanti(pools)
- Association (associazione): utilizzata per tutti gli altri legami tra gli oggetti del diagramma
- Swimlane (partizioni)
- Pools: rappresenta un partecipante al processo, e contiene un insieme di attività

- Lanes: partizioni all’interno di un pool per attribuire le attività con maggiore precisione
- Artifacts
- Data Object: un imput o un output per un’attività
- Group: raggruppamento utilizzabile per evidenziare un insieme di attività
- Annotation: utilizzata come commento testuale

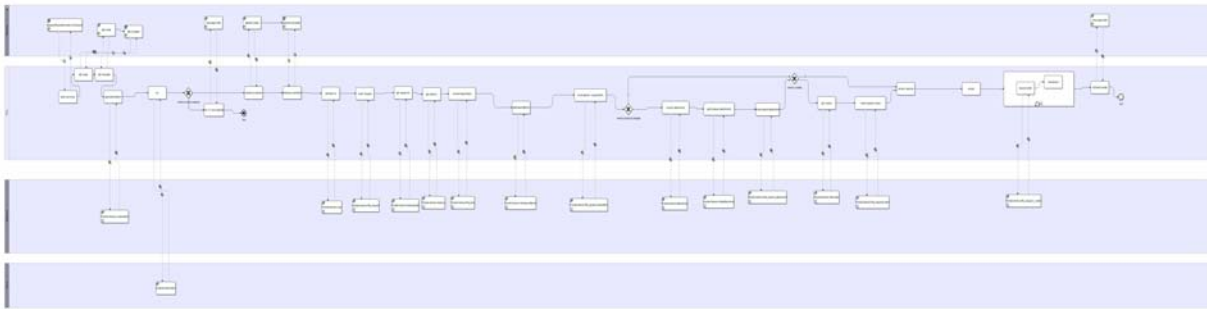
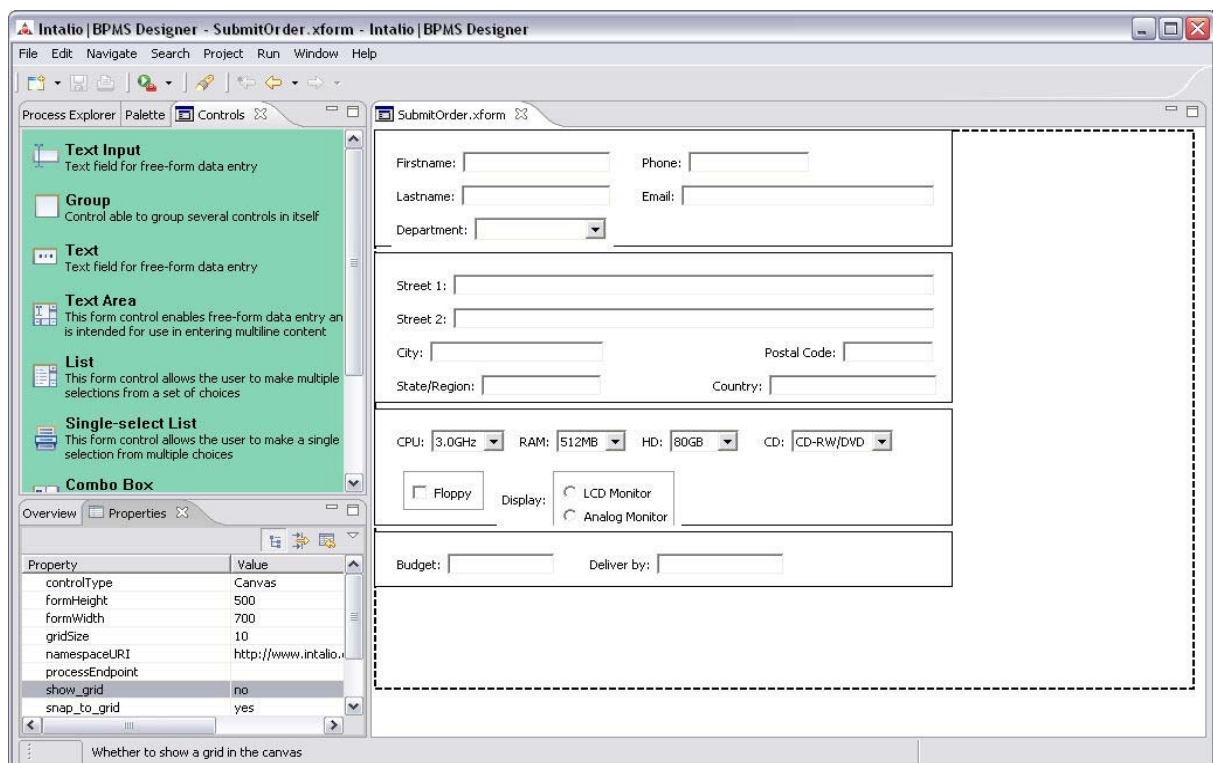
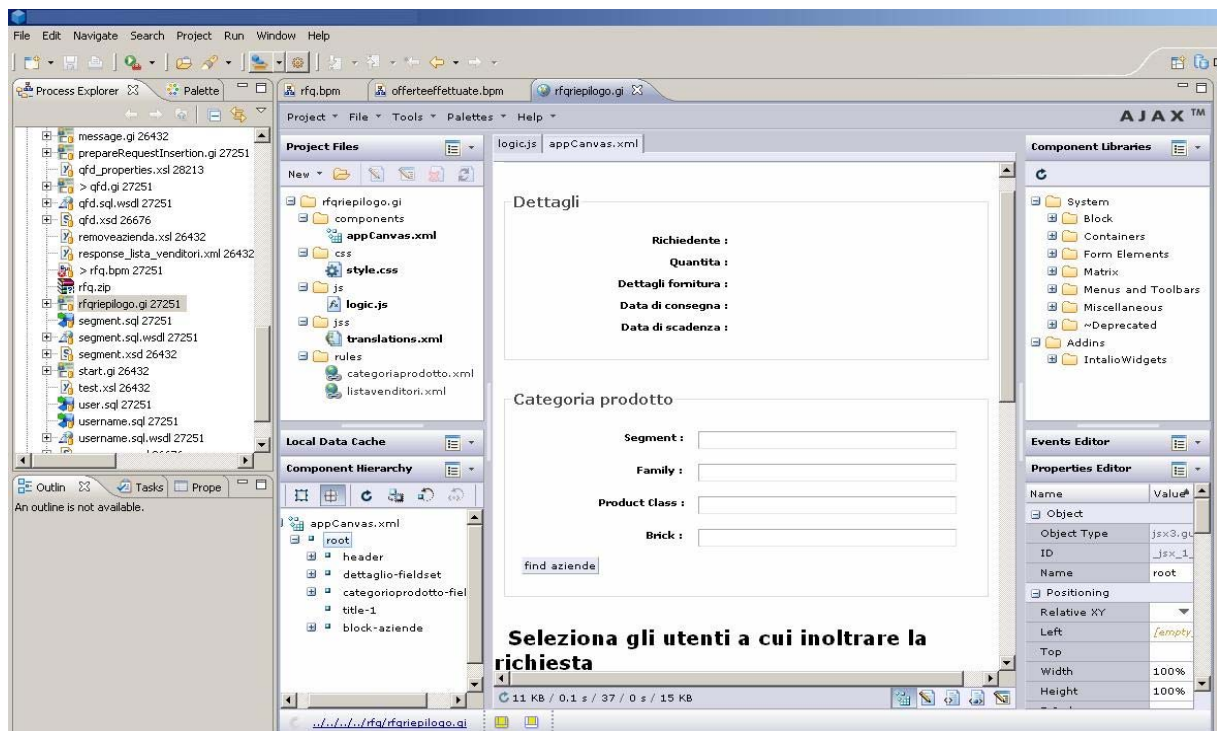
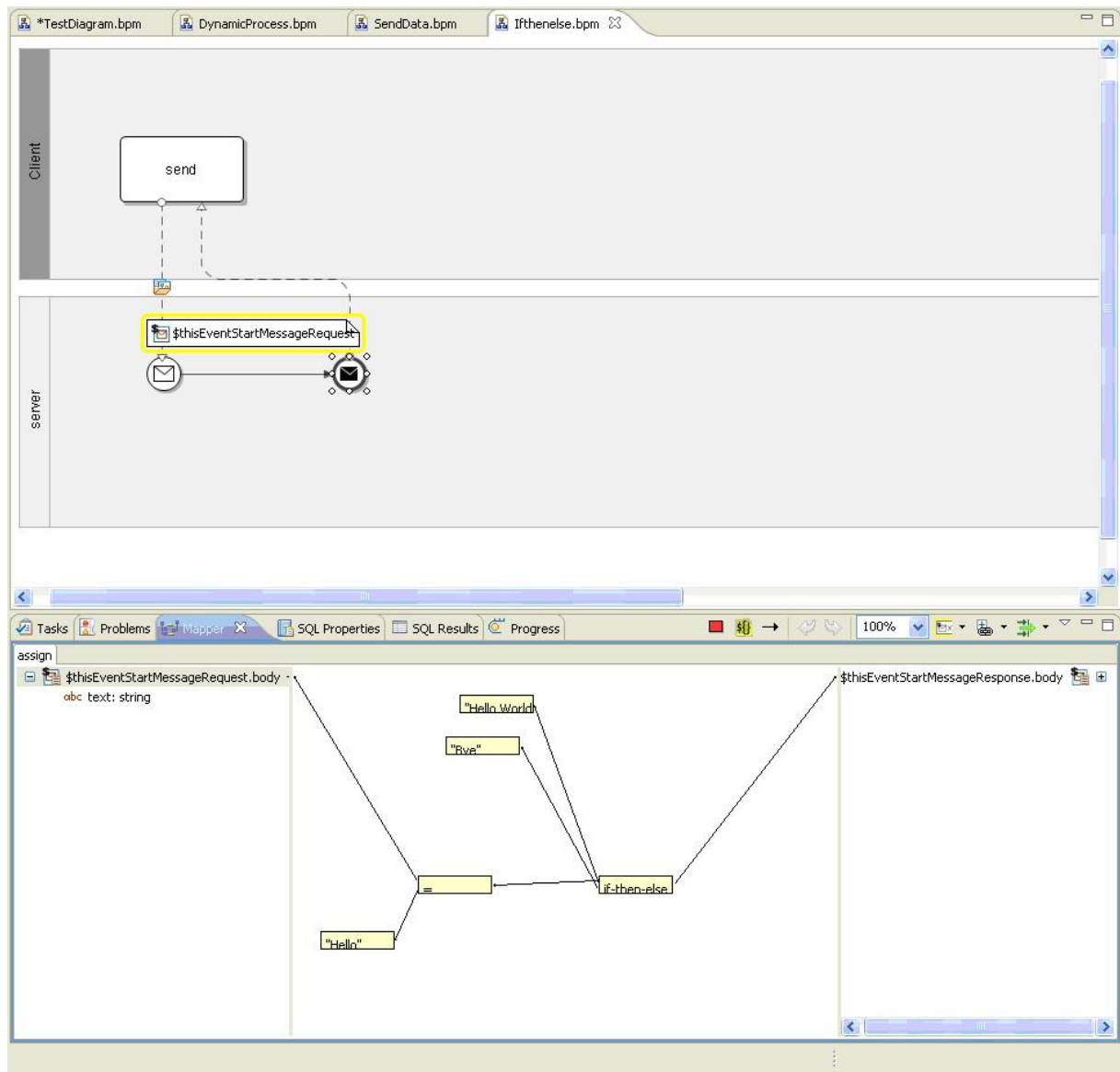



Diagramma BPMN del processo RFQ

Il Designer include un form editor WYSIWYG per lo sviluppo di interfacce grafiche personalizzate ed utilizzate all’interno di workflow che prevedono l’interazione umana secondo lo standard BPEL4People e WS-HumanTask. Le form possono essere progettate in stile drag-and-drop con una vasta collezione di widget come text fields, check boxes, and combo boxes, oppure generati automaticamente a partire da uno schema XML. Il Form Designer è basato sullo standard XForms e consente l’importazione di XForms esistenti sviluppate con strumenti di terze parti. Elementi della form come i selectors possono essere generati automaticamente dal database, modellati utilizzando il componente Data Mapper del Designer.

XForm Designer

In alternativa, le interfacce utente più complesse possono essere sviluppate in AJAX con il look and feel dell'interfaccia grafica di applicazioni desktop.

Ajax Form Designer

La maggior parte delle attività progettate in un processo richiede il binding verso sistemi esterni o il mapping dei dati forniti in fase di esecuzione da parte degli utenti finali attraverso human workflow tasks. A tal fine, il BPMS Designer include un Data Mapper che consente di assegnare i dati a schemi XML attraverso delle trasformate XSLT XPath.

Ecco un esempio di dati di mappatura mediante if-then-else:

Supporto per Complex Data Mapping

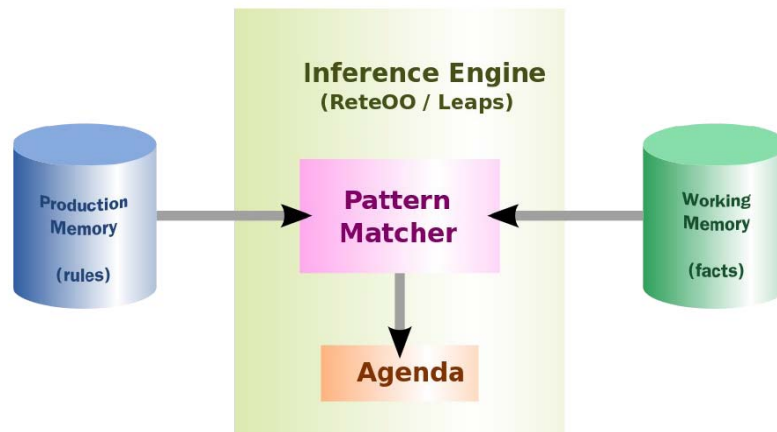
Rules Designer

Rule Designer è l’IDE per la definizione delle regole del motore inferenziale presente all’interno della piattaforma prototipale.

Il motore in oggetto è basato su regole di inferenza *forward chaining*. Tale metodo inizia considerando i dati disponibili (detti *facts*) e su di essi attua delle regole di inferenza al fine di ottenere altri dati (o di modificare i dati già presenti). Questo meccanismo continua fino a quando si raggiunge un obiettivo prefissato o non è più possibile proseguire. E' un meccanismo *datadriven*, nel senso che ragiona sui facts che sono disponibili (nella cosiddetta *working memory*) e non direttamente sugli obiettivi da raggiungere.

Il pattern *matching* che viene effettuato tra facts e regole segue un algoritmo preciso. Ne esistono vari, quali Linear, Rete, Leaps e Treat. Nel caso in oggetto, l'algoritmo utilizzato è Rete, in una versione potenziata appositamente per funzionare nell'ambito di sistemi *object oriented*.

Questo algoritmo è chiamato ReteOO. In aggiunta ad esso è utilizzato, in piccola parte, anche l'algoritmo Leaps.

L'immagine che segue mostra una vista ad alto livello del motore di regole:

L'agenda è la parte del motore che si preoccupa di gestire l'ordine di esecuzione delle regole, nel caso in cui vi siano più regole innescate nello stesso istante.

Le regole vengono scritte in appositi file DRL, o, opzionalmente, in linguaggio XML. E' anche disponibile l'immissione di regole tramite delle tavole di decisione (ad esempio in formato Microsoft Excel). Queste tavole non vengono valutate direttamente; esse sono semplicemente un tool per la generazione automatica di regole in formato DRL. Esistono infine dei meccanismi per il mapping tra il linguaggio DRL e il linguaggio naturale; in questo modo basta scrivere delle frasi (ad esempio in lingua italiana) e queste vengono tradotte in linguaggio DRL.

La sintassi DRL, che è quella utilizzata in *SmartTasking*, è riassumibile secondo il seguente schema:

rule *<<rule name>>*

<<additional properties>>

when

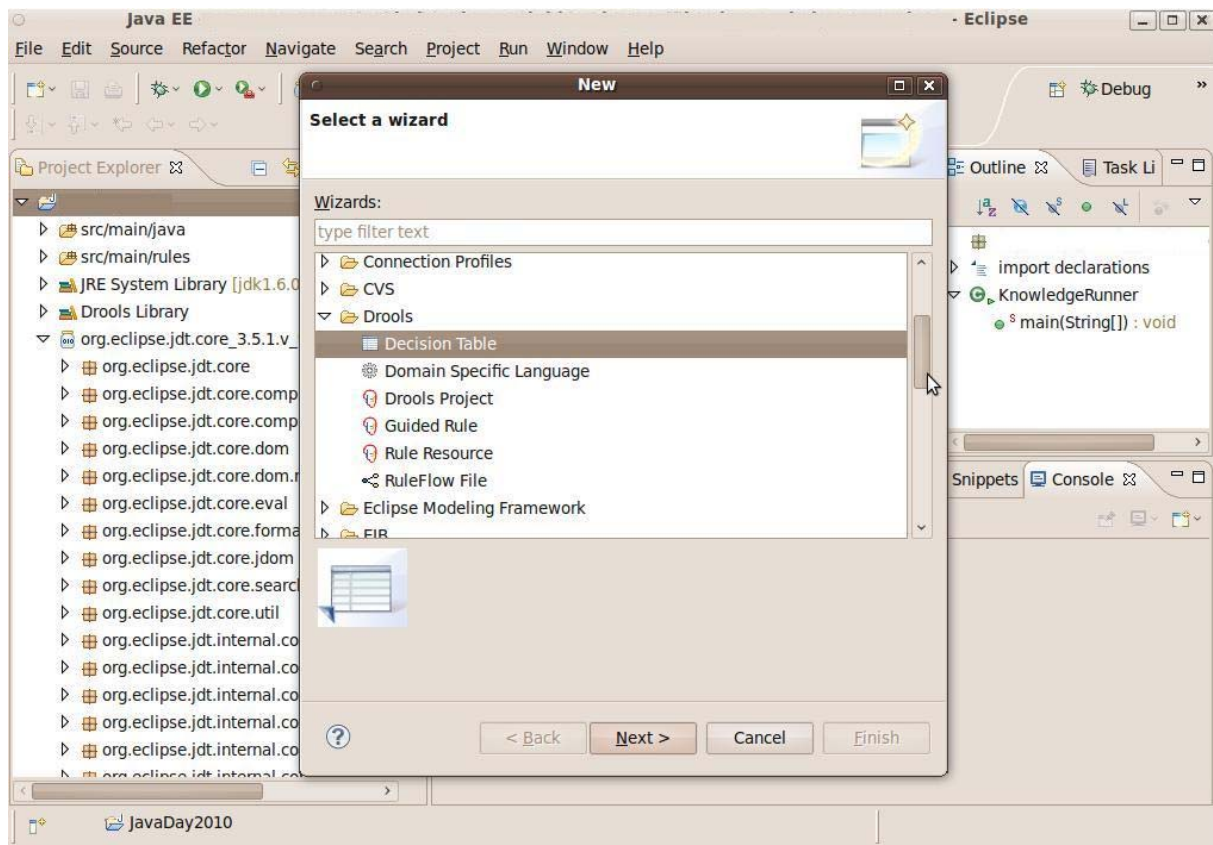
<<conditions>>

then

<<actions>>

end

L'IDE offre le seguenti funzionalità:

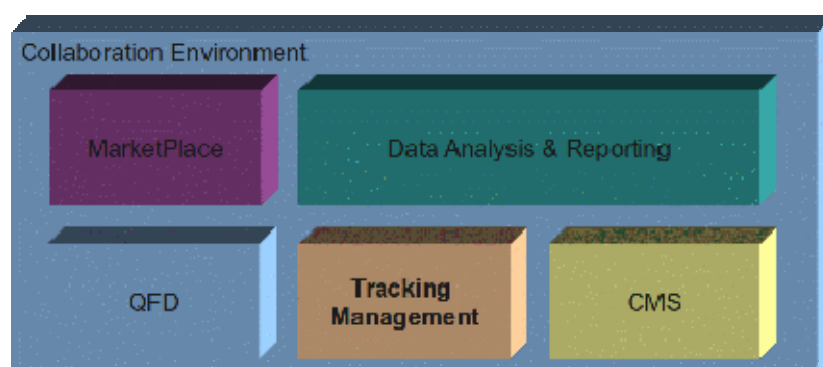
1. Editor testuale e grafico per creare business rule
2. Wizard per creare Drools Project
3. Rules Debbugging
4. Rules Code Assist
5. Eclipse View sui vari componenti di Drools:
    - WorkingMemoryView
    - AuditView
    - AgendaView

Rule Designer

A partire dalla descrizione formale dei processi in BPMN(Business Process Management Notation), sono stato individuati i KPI (Key perfomance indicator) per il monitoraggio e l'analisi dei tempi di reazione della catena e del lead time. Grazie all'adozione dello standard BPMN, l'esecuzione dei processi è personalizzabile ed adattabile alle diverse situazioni ed alle sempre mutevoli regole di business.

1.1.3.2 Collaboration Environment

La Piattaforma Collaborativa (Collaboration Environment) costituisce il luogo di incontro di tutti gli attori della catena.

Essa si compone dei seguenti moduli principali:

- CMS (Content Management System), per la gestione documentale
- MarketPlace, spazio in cui avvengono gli scambi di compravendita
- QFD (Quality Function Deployment), strumento che implementa l'ultima generazione di approcci alla gestione della qualità; con il QFD l'attenzione delle aziende verso la qualità si è spostata dal processo produttivo alla progettazione
- Tracking Management: sistema di tracciabilità e rintracciabilità delle merci.

Collaboration Environment

Marketplace

La piattaforma di marketplace digitale, denominata FOODSYS Net, si propone di favorire la sincronizzazione delle fasi di produzione e lavorazione, della gestione dei livelli di scorta, della distribuzione e dell'organizzazione logistica.

Il modello dati è basato sullo standard GS1 pertanto:

- Trade Item: univocamente identificato dal Global Trade Item Number (GTIN);
- Per la tracciabilità del prodotto sono stati definiti oltre al GTIN informazioni aggiuntive in base alla tipologia e caratteristiche del prodotto.
- L'associazione azienda/funzione è gestita da una entità "Party" univocamente identificata dal Global Location Number (GLN);
- Global Product Classification (GPC): è applicata una codifica per la classificazione dei Trade Item

Il sistema è a sua volta composto dai seguenti moduli:

Marketplace

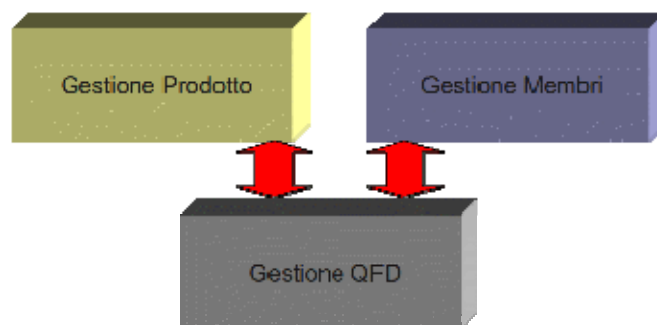
- **Gestione Anagrafica aziende**: per consentire la gestione delle informazioni delle aziende che partecipano alla supply-chain
- **Gestione utenti**: per consentire la gestione degli utenti afferenti alle aziende della supply-chain
- **Gestione profilo**: per consentire la gestione del profilo utente e del profilo azienda
- **Catalogo prodotti**: per consentire la gestione dei trade item movimentati nella filiera.
- **Servizi informativi**: per consentire la fruizione delle informazioni relative alle aziende ed ai cataloghi registrati.
- **Aggregazione delle offerte**: per consentire la richiesta di offerte aggregate a più seller
- **RFQ - Request for quotation**: per permettere l'interazione fra i buyer e i seller al fine di raggiungere un accordo sulla contrattazione di beni o servizi
- **Gestione ordini di acquisto**: per consentire la gestione ed il monitoraggio degli ordini di acquisto.
- **Gestione ordini di trasporto**: per consentire il monitoraggio degli ordini di trasporto
- **Bacheca elettronica**: per consentire lo scambio di informazioni tra i diversi attori della filiera al fine di ottimizzare la pianificazione e gestione delle varie attività.

QFD (Quality Function Deployment)

La piattaforma di QFD, denominata FOODSYS e-QFD, consente di automatizzare il processo di determinazione del QFD semplificando le comunicazioni tra i vari membri della supply chain, utilizzando un approccio di gestione decentralizzato.

Il QFD è una strumento utilissimo in un sistema di gestione di catene di PMI proprio per questa sua caratteristica di richiedere molta collaborazione tra gli addetti alla attuazione della metodologia.

Gli attori coinvolti sono scelti in maniera da rappresentare tutte le imprese della catena. Essi vengono coinvolti in operazioni di raccolta e analisi della informazioni che vengono fornite dalle imprese stesse, nonché in operazioni di *decision making* sulle quali le varie imprese possono trovare un tessuto comune fornito proprio dai vari passi della metodologia. Tutto questo finisce per instaurare alti livelli di collaborazione tra le imprese della catena stessa, che tendono a favorire, successivamente, altre forme di collaborazione che l'esercizio della catena richiede per aspetti più propriamente operativi.

La piattaforma si compone a sua volta dei seguenti moduli:

QFD

Gestione prodotto: per ricercare ed elencare tutti i prodotti censiti e di visualizzare i relativi membri invitati alla valutazione del QFD. Consente inoltre la consultazione dei risultati della valutazione per ogni singolo prodotto.

Gestione membro: per la ricerca dei membri censiti con i relativi prodotti associati per la valutazione.

Gestione QFD : per la gestione di tutte le fasi che compongono l'intera valutazione del QFD. Ovvero:

- Gestione requisiti
- Gestione caratteristiche
- Gestione e valutazione della tabella delle correlazioni
- Calcolo del QFD
- Gestione dei prodotti concorrenti

E anche possibile controllare, per ogni singolo prodotto, lo stato di avanzamento della valutazione e consultare i risultati ottenuti.

Tracking Management

Il modulo di Tracking Management, denominato FOODSYS Track, offre le funzioni di tracciabilità e di rintracciabilità (tracking e tracing) che costituiscono, in gergo, il macro-processo di registrazione della posizione presente e passata di merce spedita tramite uno o più trasportatori e gestori, nel suo percorso verso la destinazione, attraverso una rete di trasporti. Sapere in ogni momento dove si trova la merce (tracking) ed essere in grado di tracciare e in seguito ricostruire tutti i suoi spostamenti (tracing) sono condizioni essenziali per monitorare la qualità del servizio di trasporto e vagliare i dati storici al fine di studiare come migliorare il servizio in futuro. Attraverso il progetto FOODSY si vuole fornire un sistema in grado di tracciare e rintracciare le unità di trasporto in ogni fase dello spostamento, al meglio delle possibilità offerte dai moderni sistemi di comunicazione. Gli spostamenti delle unità di carico, infatti, avvengono in ambienti molto diversi, nei quali la disponibilità dei sistemi di comunicazione può variare notevolmente. A tal proposito la piattaforma sostiene anche la comunicazione wireless offrendo la funzionalità dell'etichettatura RFiD (Radio Frequency iDentificator) mediante l'ausilio di comuni dispositivi mobili resi disponibili dal mercato *consumer*.

FOODSYS Track è un nuovo sistema di tracciabilità alimentare in grado di fornire informazioni oggettive e attendibili sull'intera filiera alimentare. Mettendo insieme conoscenze già consolidate e tecnologie emergenti in un unico *framework* a servizi, il progetto FOODSYS Track mira a creare il sistema ideale attraverso il quale mantenere il collegamento informativo tra le materie prime ed il prodotto finito. FOODSYS Track propone un modello pratico ed economico per l'industria alimentare. Il sistema aiuterà la filiera a soddisfare i requisiti previsti dalla legge e permetterà di tracciare i prodotti (dimostrandone la qualità) lungo tutta la filiera di produzione, fabbricazione, gestione, trasporto e distribuzione.

- **Tracciabilità**: il sistema è in grado di risalire allo stato effettivo di un prodotto, una spedizione, un pacco, ecc. E' la capacità di seguire il percorso di un'unità e/o un lotto specifico di prodotti a valle attraverso la filiera nel passaggio da un partner commerciale all'altro. Dal punto di vista dell'utente, questa operazione può essere definita come l'identificazione qualitativa e quantitativa degli articoli commerciali nello spazio e nel tempo. È necessario associare sistematicamente un flusso di informazioni al flusso fisico delle merci, allo scopo di ottenere dati predefiniti relativi a unità che utilizzano una o più chiavi identificative.

- **Rintracciabilità**: il sistema è in grado di ricostruire il percorso a monte di un prodotto, di una spedizione, un pacco, ecc. I prodotti vengono rintracciati continuamente per verificarne la disponibilità, la gestione scorte e la logistica.

FOODSYS Track
Traceability Information System

Applicazioni
Alerting
Flusso prodotti
Ricezione pallet
Traceability
Event Retrieval
Visualizzazione posizione GPS
Rintracciabilita'

Traceability >> Rintracciabilita'

Informazioni generali

SSCC:	180025800000000219
GTIN:	8002580010716
Codice lotto:	401071620/04/10
Da consumarsi entro:	05/05/2010
Nome prodotto:	Blu Premium PS

Info di produzione | Materie prime | Trasporto | Analisi qualita'

Dettagli trasportatore

Nome:	Dema-Car di Carpanese Daniela e C.
Indirizzo:	Via Buccia, 19, 35010 Padova (PD) - Italy
Telefono:	+39 0497 68542
E-mail:	

Percorso

Durata:	7 sec
Distanza:	N.d.

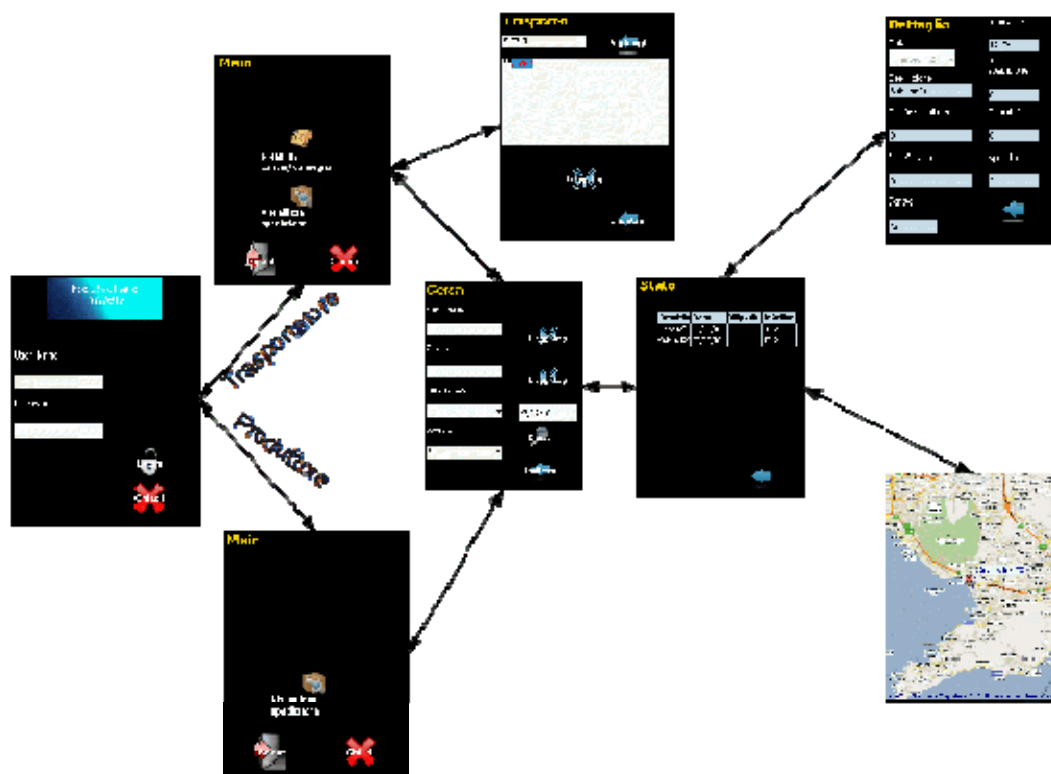
Da

Nome:	Stabilimento Bergamo (Lactis)
Indirizzo:	Via Tonale, 21/A, 24061 Albano Sant'Alessandro (BG) - Italy
Data:	20/04/2010
Ora:	14:30

Homepage

Mappa del trasporto
Mappa | Satellite | Ibrida
Google cerca nella mappa Cerca

Tipo | Da | Testo mes... | Data
Pulisci

Il sistema FOODSYS Track realizzato è dotato anche di una componente client mobile, cioè erogata mediante un comune PDA (Personal Digital Assistant), attrezzato con tecnologie WiFi, Bluetooth e RfiD, mediante la quale è possibile espletare alcune azioni fondamentali delle funzioni di tracking e tracing delle merci.

<u>CMS (Content Management System)</u>

Il CMS, denominato FOODSYS Gestione Documentale, è composto da numerosi moduli, ognuno dedicato ad una specifica area funzionale. Si riportano di seguito le caratteristiche dei moduli principali.

Il modulo **Content Author** supporta la gestione della struttura dei contenuti da parte dei redattori. L'unità di contenuto minima è denominata *infobean*. Nell'ambito del CMS un *infobean* denota un contenuto e l'insieme di attributi che caratterizzano il contenuto stesso.

La creazione di un infobean genera una struttura dati corrispondente nel repository e le form che consentono la gestione (inserimento, modifica, cancellazione, ricerca) dei contenuti nell'infobean. Ogni campo della struttura dati è rappresentato da un determinato tipo (ad esempio stringa, numero, data/ora, hypertext, ecc.) a cui possono essere associati una serie di controlli di validazione.

Con il modulo **Content Editor** è possibile gestire il ciclo di vita dei contenuti, sulla base dalle seguenti fasi:

- **Acquisizione e/o creazione**: è la fase di creazione dell'item di contenuto.
- **Categorizzazione e memorizzazione**: a valle della categorizzazione tramite il sottosistema di classificazione, il contenuto viene memorizzato nel repository.
- **Approvazione**: i contenuti erogati devono essere sottoposti ad una fase di validazione/approvazione. Il redattore potrà utilizzare funzionalità tipiche del CMS per gestire eventuali correzioni e inoltre potrà verificarne la validità anche contestualizzando tali informazioni, utilizzando cioè le funzionalità di page preview che il sistema rende disponibile.
- **Pubblicazione**: i contenuti validati vengono posti in linea direttamente dai responsabili della pubblicazione o da sistemi automatici schedulati e configurabili.
- **Messa fuori linea**: un contenuto non più valido deve essere posto in uno stato che lo rende non accessibile dagli utenti esterni. Gli stati di archivio possono essere “attivi” (contenuto recuperabile) o “passivi” (i contenuti vengono fisicamente rimossi dalla base dati ed archiviati mediante i classici sistemi di backup).

Le fasi sopra elencate costituiscono il cosiddetto processo di pubblicazione standard. Grazie alla presenza di un sistema di workflow interno, è possibile comunque personalizzare questo flusso.

Nel Content Editor è inserito un editor **WYSIWYG** (What You See Is What You Get). Questo editor integrato consente all'utente di modificare i contenuti in modo semplice ed intuitivo, in maniera analoga alle comuni applicazioni di office automation.

Con il **Modulo Gallery** è possibile gestire il repository dei contenuti di tipo file: doc, pdf, xls, etc. Il modulo consente di archiviare i documenti secondo una propria struttura di catalogazione. Sono disponibili le funzionalità di indicizzazione e di ricerca *full-text.*

Ricerca documenti

Ricerca

Seleziona il bottone **Cerca** per visualizzare l'elenco risultati, oppure valorizza uno o piu' campi sottostanti per soddisfare criteri di ricerca piu' avanzati.

Paese: Gran Bretagna
Prodotto: Ortaggi Iv e V gamma
Area: -SELECT-
Testo:

Cerca

Risultato della ricerca

Qualora sia stato specificato un valore per il filtro *Testo* i files che rispondono al criterio di ricerca sono evidenziati in rosso.

»	Nome	Paese	Prodotto	Area	Sottoarea	Files
1	STRATEGIE DI COMMERCIALIZZAZIONE DEI PRODOTTI AGROALIMENTARI: FOCUS IV E V GAMMA	Gran Bretagna	Ortaggi Iv e V gamma	1.4 Strategie di commercializzazione	1.4.2 - ortaggi di IV e V gamma	UK LA COMMERCIALIZZAZIONE DEI PRODOTTI AGROALIMENTARI ALL ESTERO_PRODOTTI IV E V GAMMA
2	SISTEMA FIERISTICO DI SETTORE	Gran Bretagna	Ortaggi Iv e V gamma	1.3 Informazioni Utili	1.3.3 - Sistema Fieristico di Settore	UK SISTEMA FIERISTICO DI SETTORE
3	SISTEMA BANCARIO E FINANZIARIO	Gran Bretagna	Ortaggi Iv e V gamma	1.3 Informazioni Utili	1.3.2 - Sistema bancario e finanziario	UK SISTEMA BANCARIO E FINANZIARIO
4	SISTEMA DI PAGAMENTO CON L'ESTERO	Gran Bretagna	Ortaggi Iv e V gamma	1.3 Informazioni Utili	1.3.1 - Sistema di pagamento con l'ester	FR SISTEMA FIERISTICO DI SETTORE
5	ASPETTI NORMATIVI E GIURIDICI DI ACCESSO AI MERCATI DELL'AGROALIMENTARE	Gran Bretagna	Ortaggi Iv e V gamma	1.2 Aspetti Operativi	1.2.2- Gli aspetti normativi e giuridici	UK ASPETTI NORMATIVI E GIURIDICI ACCESSO MERCATI_IV V GAMMA

Ricerca documenti

Ricerca

Seleziona il bottone **Cerca** per visualizzare l'elenco risultati, oppure valorizza uno o piu' campi sottostanti per soddisfare criteri di ricerca piu' avanzati.

Paese: Gran Bretagna
Prodotto: Ortaggi Iv e V gamma
Area: 1.3 Informazioni Utili
SottoArea: -SELECT-
Testo:

-SELECT-
1.3.3 - Sistema Fieristico di Settore
1.3.2 - Sistema bancario e finanziario

Cerca

Risultato della ricerca

Qualora sia stato specificato un valore per il filtro *Testo* i files che rispondono al criterio di ricerca sono evidenziati in rosso.

»	Nome	Paese	Prodotto	Area	Sottoarea	Files
1	SISTEMA FIERISTICO DI SETTORE	Gran Bretagna	Ortaggi Iv e V gamma	1.3 Informazioni Utili	1.3.3 - Sistema Fieristico di Settore	UK SISTEMA FIERISTICO DI SETTORE
2	SISTEMA BANCARIO E FINANZIARIO	Gran Bretagna	Ortaggi Iv e V gamma	1.3 Informazioni Utili	1.3.2 - Sistema bancario e finanziario	UK SISTEMA BANCARIO E FINANZIARIO
3	SISTEMA DI PAGAMENTO CON L'ESTERO	Gran Bretagna	Ortaggi Iv e V gamma	1.3 Informazioni Utili	1.3.1 - Sistema di pagamento con l'ester	FR SISTEMA FIERISTICO DI SETTORE

Trovati 3 elementi.

1

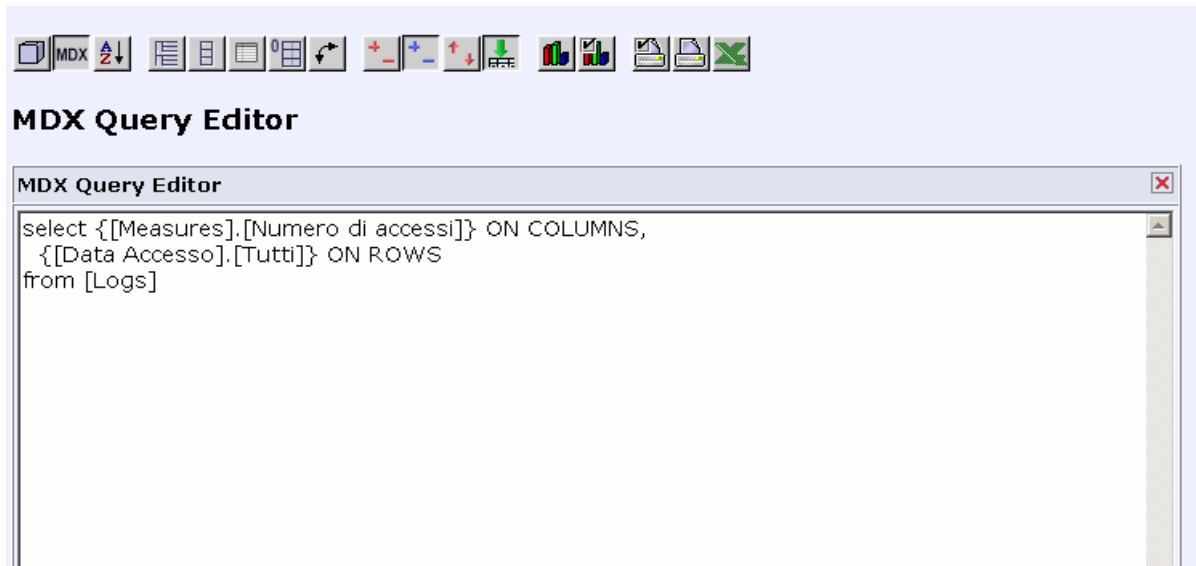
Data Anlysis & Reporting

Per l'elaborazione e la presentazione dei dati elaborati dalla piattaforma FOOD SYS il modulo Collaboration Environment mette a disposizione un sottosistema statistico che consente, in maniera flessibile ed intuitiva, di estrapolare report ed analisi statistiche attraverso l'elaborazione dei dati in transito sul sistema ed attraverso l'eventuale aggregazione dei dati statistici provenienti da altri fonti.

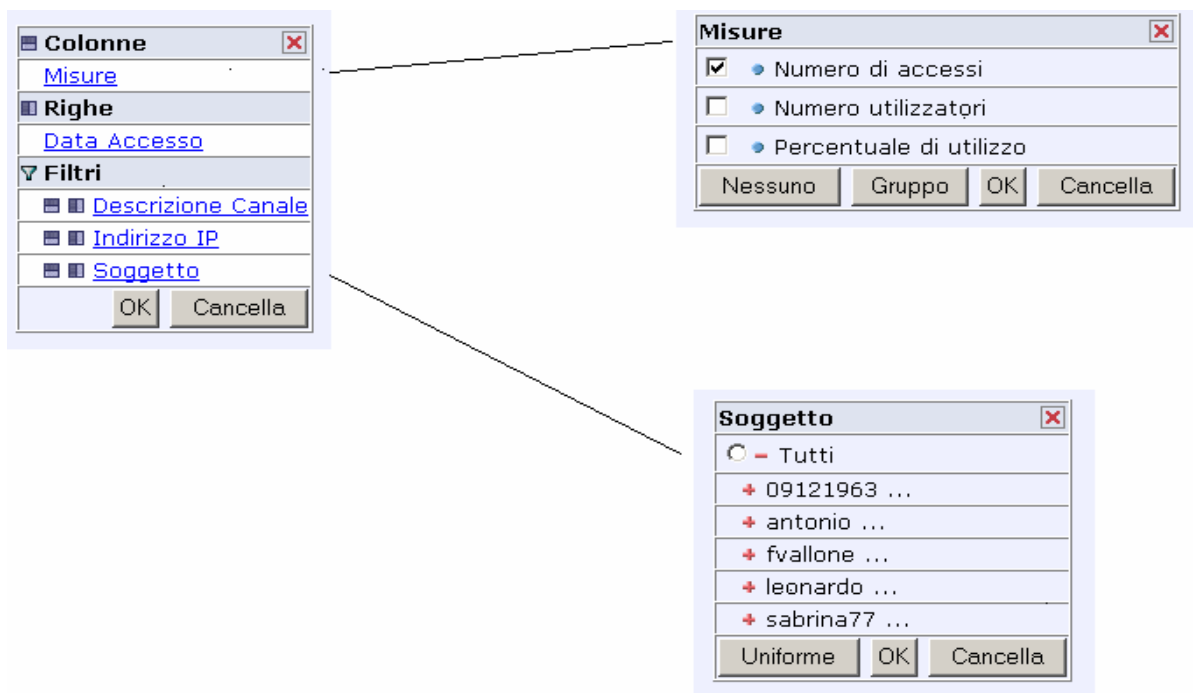
Questo sistema, sfruttando il patrimonio informativo intrinseco nei dati degli ordini e delle richieste di quotazioni, permette di ottenere in modo semplice, attraverso l'applicazione dei principi di Business Intelligence ed attraverso il tuning di specifici parametri di calcolo previsti dal sistema, servizi analitici come report, analisi multidimensionali e query personalizzate. Il sottosistema statistico rappresenta, dunque, una soluzione flessibile, fondata sull'adozione di opportuni strumenti che consentono, in modo semplificato, di definire/ridefinire i propri strumenti analitici e di simulazioni, agendo direttamente su un'apposita astrazione dell'universo di dati disponibili.

Il core del sottosistema di analisi dei dati è basato su due componenti applicative che consentono di costruire potenti applicazioni web-based di analisi e supporto alle decisioni, modellate sulle richieste e sulle esigenze del business della struttura organizzativa.

➔ OLAP Engine

E' un motore per On Line Analytical Processing (OLAP) che implementa le funzionalita' indispensabili all'analisi dati (aggregazione, drilldown/through, slicing, dicing). Esso e' in grado di eseguire query di tipo Multidimensional Expressions (MDX) leggendo i dati da un RDBMS e presentando i risultati in forma multidimensionale per mezzo di una API Java.

La connessione alla base di dati di Data Warehouse avviene via JDBC, il che rende indipendente il modulo dal particolare RDBMS utilizzato. Lo schema multidimensionale della base dati può essere sia *star* che *snowflake* e la sua descrizione viene fornita al motore sotto forma di file XML. L'OLAP Engine e' progettato per delegare all'RDBMS tutte le funzionalita' che questo e' in grado di eseguire al meglio, in particolare l'aggregazione e l'utilizzo, ove consentito, di materialized views per ottimizzare la velocita' di risposta. Le raffinate strategie di caching consentono buone prestazioni in termini di velocita' di esecuzione.

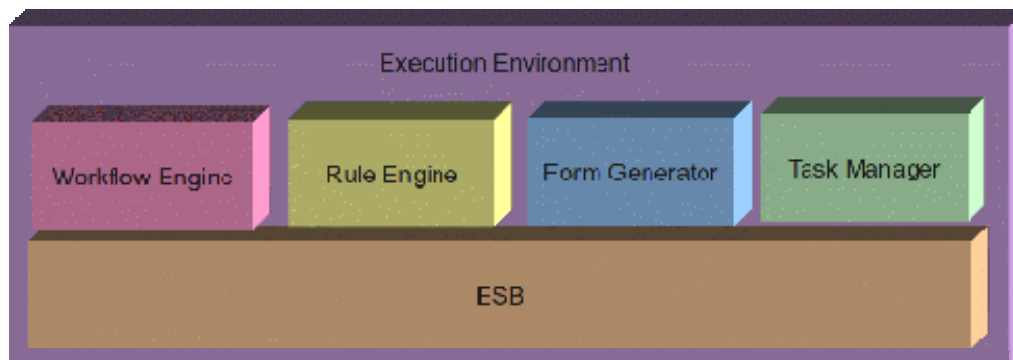
➔ Reporting Engine

E' il modulo che consente di visualizzare una tabella OLAP ed eseguire su di essa le operazioni tipiche di navigazione, quali slice/dice, drill e roll-up. Utilizza l'OLAP Engine come motore OLAP, ma puo' interagire anche con sorgenti dati XMLA (XML for Analisys). Il Reporting Engine si basa sulla libreria WCF (Web Component Framework) per il rendering degli oggetti grafici dell'interfaccia utente e sulla libreria JfreeChart per il tracciamento di grafici.

1.1.3.3 Process Execution Environment (PEE)

Cuore della piattaforma tecnologica prototipale di FOODSYS è il ***PEE*** (Process Execution Environment), cioè l'ambiente dove 'vivono' i processi della catena. In questo ambiente essi interagiscono e collaborano tra di loro attraverso le azioni che compongono i piani BPMN. In particolare, essendo il contesto applicativo vincolato da diversi requisiti, temporali piuttosto che inferenziali, e dalla interazione umana, diventa di fondamentale importanza che ogni processo venga eseguito nel rispetto degli stessi.

La scelta delle azioni da seguire e la verifica dei suddetti vincoli è demandata ai seguenti componenti:

- Workflow Engine: esecutore dei processi BPM;
- Rule Engine: risolve le regole inferenziali;
- Form Generator: genera interfacce sinottiche per l'interazione umana;
- Task Manager: gestisce le attività assegnate ad ogni attore del processo.

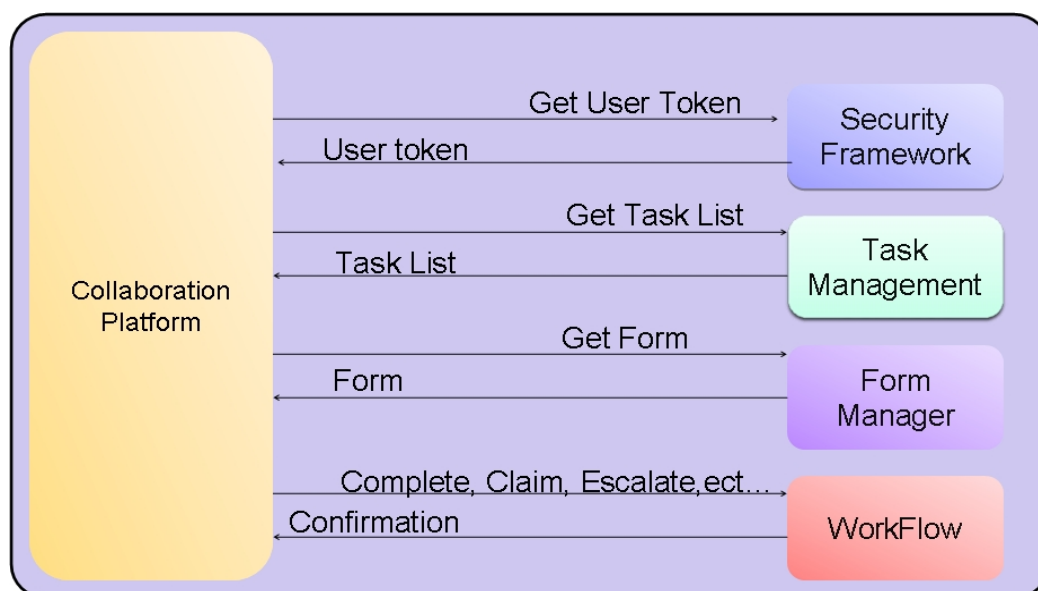
Tutti i messaggi scambiati tra i diversi moduli vengono normalizzati dall'Enterprise Service BUS (ESB).

Workflow Engine - trasforma il processo annotato con lo standard BPMN in eseguibile per piattaforma FOODSYS. Si occupa della gestione dei compiti e i diversi attori coinvolti nella realizzazione del processo.

Rule Engine - il modulo software che risolve in tempo reale le regole inferenziali eseguendo il matching tra i fatti e le regole.

Form Generator - produce a runtime i pannelli sinottici di interazione umana nell'ambito dell'esecuzione di un processo della piattaforma FOODSYS.

Task Manager - ha la funzione di gestire per ogni utente della catena l'insieme dei seguenti task:

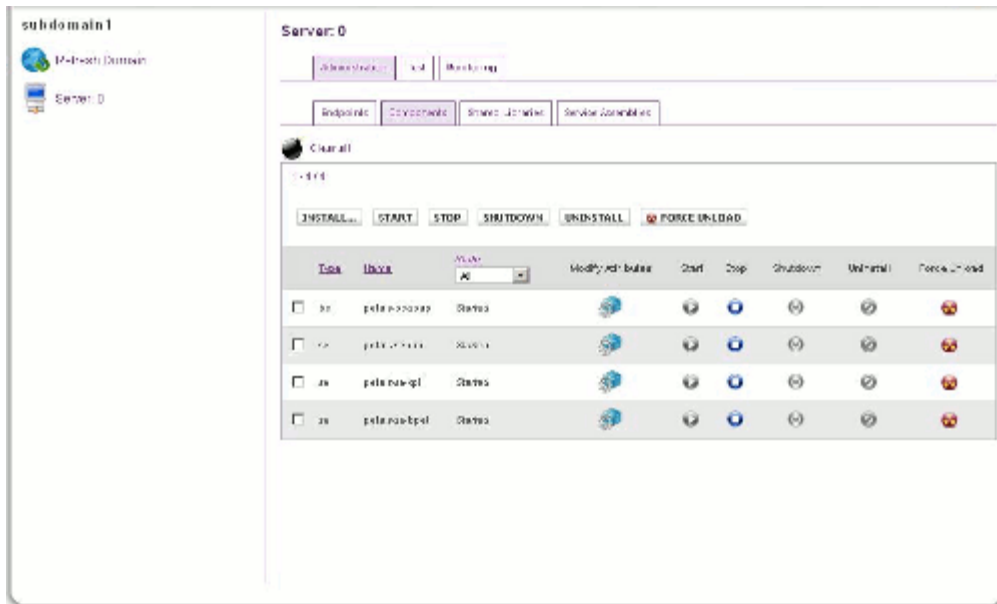
- Attività: azioni che l'utente può intraprendere all'interno di una istanza di processo
- Notifiche: visualizzare i messaggi di notifica generati nell'esecuzione del processo
- Processi: visualizza l'insieme di processi che un dato utente della catena può avviare.

Quando un attore accede alla piattaforma FOODSYS ottiene dal modulo di autenticazione un token per accedere ai servizi dell'infrastruttura. Il passo successivo è quello di usare il token per avere dal TaskManagement la lista delle attività e le rispettivi url delle interfacce sinottiche. Il Form Manager mappa ogni url con una form AJAX. Infine, attraverso questa interfaccia AJAX l'attore può espletare tutte le attività in carico. Questo processo è descritto nella seguente figura:

La piattaforma collaborativa offre il seguente pannello per la gestione delle attività associate al singolo utente:

ESB - l’infrastruttura che provvede ai servizi di supporto all’architettura e fornisce in maniera consistente servizi di sicurezza, messaggistica, routing intelligente e trasformazioni, agendo come una dorsale attraverso la quale viaggiano servizi software e componenti applicativi.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche principali e gli standard supportati:

Key features	Standards and technologies supported
Routing • Dedicated routing engine for distributed environments consisting of 3 core modules: address resolution, access control (authorization / identity) and transport (bus) orchestration; • Best-practice routing and mediation design based on enterprise integration patterns (EIP). **Orchestration and Integration** • Quick assembly of services with EIP, POJO or SCA; • Process Orchestration: design, validation and BPEL runtime. **Robust** • High availability ensured with distributed architecture; • Servers can be deployed 'virtually' in active/active or active/passive modes; • No "single point of failure" with Load Balancing, Failover and Failback capabilities; • Scalability through natively distributed architecture **Runtime Agility** • Hot service deployment; • Hot node-server deployment; • Loose coupling between services. **Connectivity and mediation** • Connectors for common standards: WSDL, SOAP, REST, POP, SMTP, IMAP, EJB, JDBC; • Quick and simple to create custom connectors, using the framework CDK, or SCA plant. **Ease of Use** • Integration with the Eclipse integrated development environment (IDE); • Web Console monitoring; • Comprehensive documentation and supporting tutorials provided.	• JBI - Modular architecture. • SCA - Services assembly and design. • BPEL - Processes orchestration. • EIP - Services chaining and transformation. • Java, JSR 181 - Services design. • XSLT - Transformation. • XSD - Validation. • WSDL, SOAP, REST, POP, SMTP, IMAP - Web Standards for data transport. • JSE Platform.

Per la gestione, il testing ed il monitoraggio dei servizi configurati all'interno dell'ESB è disponibile una console di amministrazione.

1.1.3.4 Service Infrastructure

Il modulo di Service Infrastructure, denominato FOODSYS SI, realizza la struttura di comunicazione della piattaforma prototipale FOODSYS e rappresenta, in sostanza, un *service framework* che gestisce generiche buste SOAP e ben si adatta, quindi, ad essere utilizzato in un contesto SOA.

L'implementazione proposta gestisce messaggi conformi al protocollo SOAP e fornisce servizi facilmente componibili secondo la logica dei workflow. Un'architettura del genere è pertanto estremamente versatile, permettendo, ad esempio, l'integrazione e l'adattamento a domini applicativi già esistenti rispetto ai quali la Service Infrastructure può svolgere il ruolo di proxy o gateway.

In merito ai dettagli architetturali, la Service Infrastructure è costituita da una web application che si avvale di un database per le configurazioni ed il tracing delle attività diagnostiche.

La web application è stata progettata e sviluppata sulla base di tre moduli applicativi principali:

- un *SOAP engine*, per gestire i messaggi SOAP che sono alla base dei meccanismi dell'infrastruttura e che rappresentano le richieste e le risposte dei servizi forniti;
- un *microworkflow engine*, per favorire il riuso delle componenti applicative elementari (task), la modularità e la flessibilità nello sviluppo delle logiche di business dei servizi.
- un *web service modelling execution environment*, è un ambiente di esecuzione per i servizi web semantici, più precisamente è l'implementazione di riferimento per un ambiente di esecuzione semantico (SEE) middleware basato sul modello concettuale fornito dal *Web Service Modeling Ontology* WSMO.

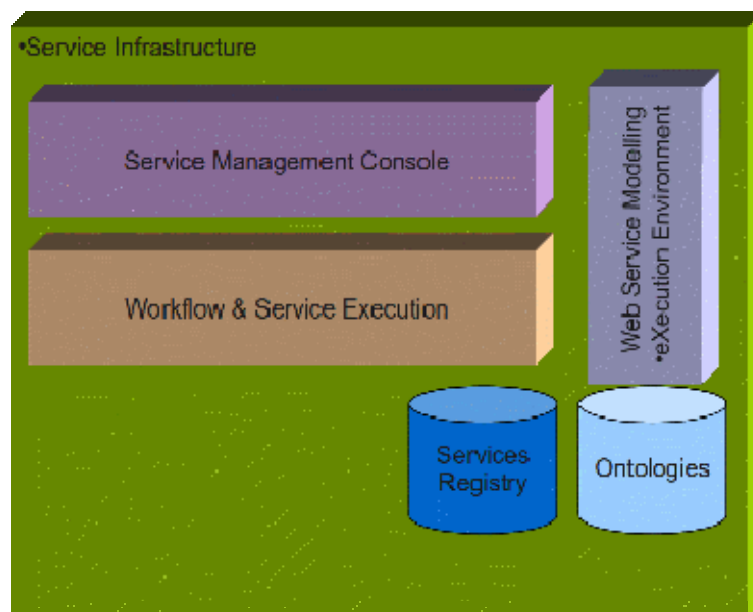
La componente *microworkflow engine* garantisce il disaccoppiamento delle logiche di business (task) di ciascun servizio e, al tempo stesso, favorisce il riuso delle suddette svincolando dal contesto e dal protocollo di comunicazione. Infatti, ad ogni servizio esposto sono associati tre workflow che implementano la vera e propria logica di servizio sottesa all'elaborazione delle richieste.

Tali workflow definiscono rispettivamente le logiche eseguite sul flusso di:

- *request*, cioè al momento della ricezione della richiesta e prima di accedere al contenuto applicativo per eseguire la logica di servizio vera e propria;
- *service*, cioè al momento del prelievo del contenuto applicativo dal body del messaggio per eseguire la logica di servizio;

- response, cioè al momento della formattazione del messaggio di risposta che fornirà al richiedente il contenuto applicativo prodotto dalla logica di servizio eseguita;

La Service Infrastructure rappresenta una infrastruttura che si pone tra richiedente e fornitore di un servizio e che si occupa di inoltrare i messaggi ricevuti.

Per ciascun servizio esposto, eseguendo la sequenza di task contenuta nei tre workflow associati, la Service Infrastructure esegue sul messaggio di richiesta i controlli necessari ed effettua l'inoltro della richiesta al sistema che eroga il servizio, riceve poi il risultato prodotto della richiesta per restituirlo al sistema richiedente.

Service Infrastructure

Tutte le attività che vengono svolte all'interno della Service Infrastructure sono tracciate mediante opportuni log e tutte le anomalie riscontrate nella gestione dei messaggi vengono riportate mediante dei messaggi diagnostici.

Tutti i messaggi ricevuti, gli esiti dei controlli, i relativi messaggi di errore ed i messaggi di risposta inviati sono archiviati in apposite tabelle del database di sistema.

La gestione della sicurezza è implementata nel rispetto delle raccomandazioni WS-I Basic Security Profile 1.0:

- Sicurezza di Base SSL: gestione della modalità di comunicazione mediante il protocollo HTTPS per la sicurezza del canale di trasmissione;

Sicurezza avanzata Wsse Secutity: gestione della firma dei dati che garantisce la fonte di provenienza contenuta nel messaggio che mantiene il suo valore anche quando lo stesso attraversa più server intermedi o nelle trasmissioni multiple.

La Service Infrastructure è corredata anche da una console di management e monitoring evoluta, implementata con tecnologie AJAX e JMX, che consente di gestire gli utenti, di gestire i servizi, di monitorare e navigare i messaggi diagnostici e di log. Tale console è erogata da una web application indipendente e dialoga con il modulo di Service Infrastructure via web services, via JMX o accedendo direttamente al database.

Workflow

La Service Infrastructure, espone vari servizi, ciascuno dei quali ha associate un certo numero di azioni che rappresentano le macro operazioni che possono essere effettuate sui messaggi.

La definizione e l'implementazione dei servizi avviene tramite appositi workflow: questi, insieme ai restanti parametri della configurazione, sono archiviati nella tabella *workflow* nel database di sistema.

La tabella workflow è composta da quattro colonne:

- *id*, che indica un identificativo univoco del workflow;
- *descrizione*, che indica una descrizione sintetica del workflow;
- *nome*, che indica il nome del workflow;
- *workflow*, che contiene l'xml di configurazione del workflow.

Ogni workflow è composto da vari task, che possono essere abilitati o disabilitati attraverso un'apposita configurazione. Ogni task rappresenta un controllo o, più in generale, una operazione da effettuare sul messaggio, per validarlo e prepararne l'invio a destinazione.

Qui di seguito è mostrata, a scopo di esempio, la struttura di un workflow:

```
<?xml version="1.0"?>
<job-definition identifier="EsempioWF">
  <setup>
    <permissions>
      <data>
        <name>address</name>
        <type>com.eng.tz.Address</type>
      </data>
      <data>
        <name>credit_score</name>
        <type>java.lang.Long</type>
      </data>
      <data>
        <name>account_id</name>
        <type>java.lang.String</type>
      </data>
    </permissions>
  </setup>
  <first-task>PrimoTask</first-task>
  <task name=" PrimoTask" jclass="com.eng.tz.PrimoTask">
    <outcome name="success"  nextTask="SecondoTask"/>
    <outcome name="failed" nextTask="TerzoTask"/>
    <outcome name="error" terminal="true"/>
  </task>
  <task name="SecondoTask" jclass="com.eng.tz. SecondoTask ">
```

```
    <params>
      <param>
        <name>mioParametro</name>
        <value>400</value>
      </param>
      <param>
        <name>urlWs</name>
        <value>http://localhost:8080/ services/test</value>
      </param>
    </params>
    <outcome name="success" nextTask="TerzoTask"/>
    <outcome name="error" terminal="true"/>
  </task>
  <task name="TerzoTask" jclass="com.eng.tz.TerzoTask">
    <outcome name="success"  terminal="true"/>
    <outcome name="error" terminal="true"/>
  </task>
</job-definition>
```

Nella parte alta del workflow il tag *<permissions>* elenca le variabili globali condivise tra tutti i tasks appartenenti alla stessa istanza di workflow.

Ogni variabile globale può essere modificata dai tasks e le modifiche sono visibili a tutti. Le variabili sono identificate da una coppia nome - tipo:

```
<name>var1</name>
<type>java.lang.String</type>
```

in questo esempio la variabile *var1* può contenere solo valori di tipo stringa.

Il tag *<first-task>PrimoTask</first-task>* identifica il primo task da eseguire all'interno del workflow.

Ogni task è dichiarato nel modo seguente:

```
<task name="SecondoTask" jclass="com.eng.tz.SecondoTask">
  <params>
    <param>
      <name>mioParametro</name>
      <value>400</value>
    </param>
    <param>
      <name>urlWs</name>
      <value>http://localhost:8080/services/test</value>
    </param>
  </params>
  <outcome name=" success " nextTask="TerzoTask"/>
  <outcome name="error" terminal="true"/>
```

</task>

in questo caso il task ha nome pari a *SecondoTask* e l’implementazione è la classe *com.eng.tz. SecondoTask*.

Ogni task può aver bisogno di variabili di configurazione, in questo caso *mioParametro* e *urlWs*, che hanno visibilità locale, ovvero a cui può avere accesso solo il task corrente.

Ogni task deve restituire almeno un outcome:

<*outcome name="success" nextTask="TerzoTask"/*>

<*outcome name="error" terminal="true"/*>

l’attributo *nextTask* istruisce l’engine che esegue il workflow sul prossimo task da eseguire, mentre l’attributo *terminal* interrompe l’esecuzione del workflow.

1.1.4 La sperimentazione

Le fasi conclusive del progetto FOODSYS hanno visto l'impegno di Engineering I.I. concentrato, insieme agli altri partner del progetto, sulla sperimentazione pilota ed il tuning della piattaforma realizzata.

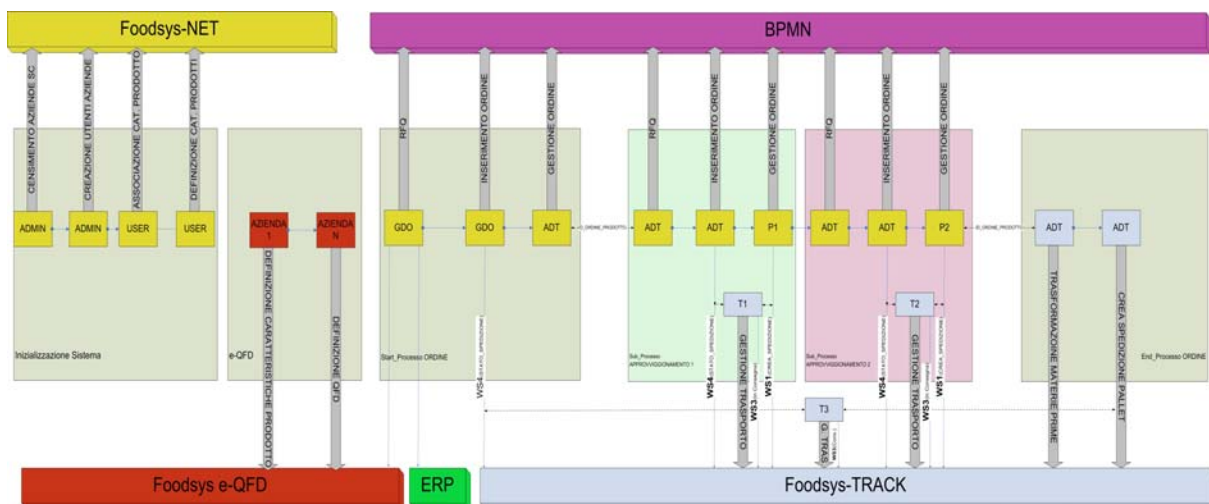
La sperimentazione è stata condotta con i partner rendendo disponibile la piattaforma e le diverse componenti applicative e implementando alcuni dei principali processi di collaborazione *Processo Gestione Ordine* e il conseguente *Request For Quotation* di seguito descritti.

Successivamente l'attenzione si è concentrata sulla validazione delle tecnologie utilizzate per la progettazione e l'implementazione dei processi di business della supply chain.

1.1.4.1 Processo Gestione Ordine (PGO)

Il Processo implementato è quello di Gestione Ordine (PGO). Cioè il processo e i suoi sottoprocessi relativi alla fase di approvvigionamento e distribuzione di un nuovo prodotto che è stato individuato nello “spiedino di pomodorini IV gamma”.

Lo schema seguente illustra l’insieme delle attività necessarie per eseguire l’intero processo.

Di seguito una estrema sintesi del processo.

Schema delle attività del processo di approvvigionamento

Il flusso del processo inizia dalla parte sinistra dello schema e in maniera sequenziale avanza verso destra attraverso le varie fasi indicate nella figura.

Di seguito viene riportata la descrizione della simbologia adottata e una sintesi delle varie fasi del processo.

Simbologia

le macro fasi del processo sono disegnate con dei rettangoli grandi e riportati nella zona centrale

la freccia direzionale riporta la descrizione della funzionalità da eseguire ed è puntata verso il modulo applicativo che la eroga

l'utente abilitato per l'esecuzione della funzionalità indicata dalle frecce direzionali e riportato nei quadrati piccoli

Foodsys-NET

i moduli applicativi che offrono le funzionalità descritte dalle frecce direzionali sono indicati con dei parallelepipedi rettangoli

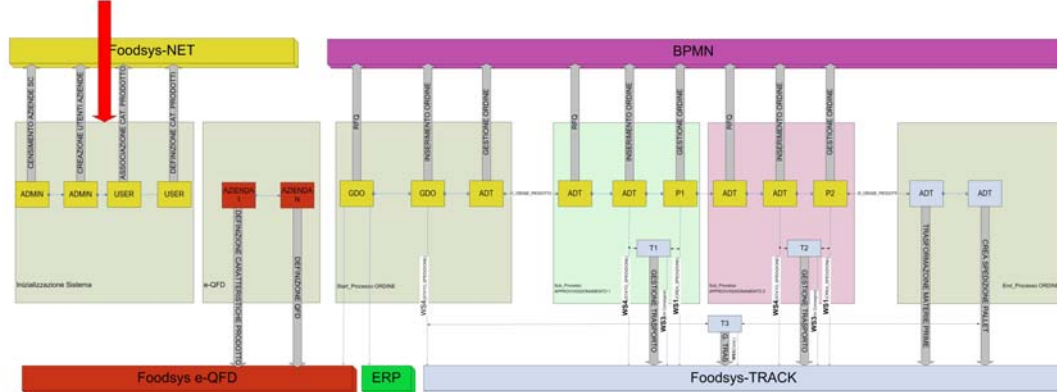
Fasi del processo

Il PGO si compone delle seguenti macro fasi :

- inizializzazione del sistema, definizione di aziende, utenti e prodotti con relative categorie
- definizione del QFD, posizionamento sul mercato e caratteristiche del prodotto da commercializzare
- start del PGO, del tipo MTO (Make to Order)
- esecuzione di *n* processi di approvvigionamento (acquisto materie prime)
- fine del PGO, evasione dell'ordine e consegna al cliente

1.1.4.2 Inizializzazione del sistema, definizione di aziende, utenti e prodotti con relative categorie

Per poter eseguire il processo è necessario una fase di inizializzazione del sistema che prevede:

- il censimento delle aziende della supply chain
- la creazione degli utenti responsabili delle aziende
- l'associazione delle aziende alle categorie dei prodotti (standard GS1)
- la definizione dei Cataloghi dei Prodotti delle aziende

➢ **Il censimento aziende della supply chain**

Per ciascuna azienda della SC è prevista una fase di registrazione mediante la quale vengono inseriti nel sistema i dati anagrafici e gli indirizzi delle sedi operative

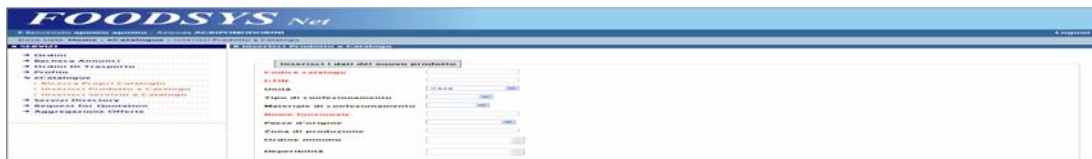
- **La creazione degli utenti responsabili delle aziende**

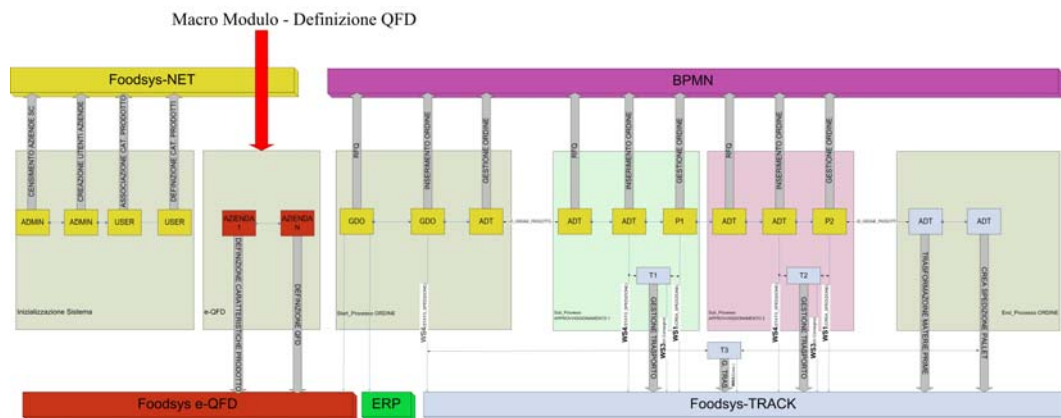
Per ciascuna azienda registrata nel sistema è possibile censire un numero arbitrario di utenti autorizzati ad operare sul sistema per conto dell'azienda stessa.

- **L'associazione delle aziende alle categorie dei prodotti**

E' possibile definire le categorie di appartenenza dei prodotti a catalogo di ciascuna azienda della supply chain. Inserendo una categoria viene creata una relazione determinante per la gestione dei cataloghi, delle offerte, degli ordini etc.

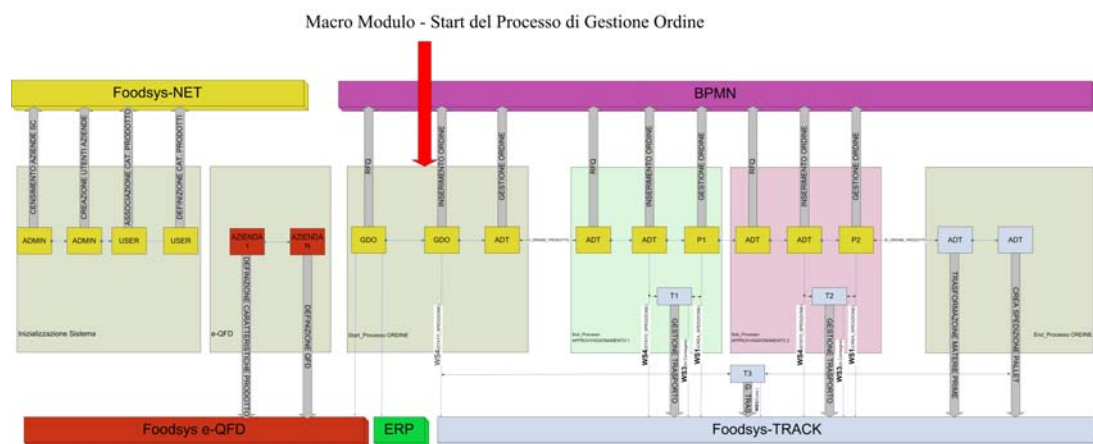
- **La definizione dei Cataloghi dei Prodotti delle aziende**

E' possibile infine censire un nuovo prodotto da associare alla categoria definita da un insieme di proprietà: settore, famiglia, classe e comparto, oltre che da eventuali attributi aggiuntivi dipendenti dal particolare comparto.

1.1.4.3 Definizione del QFD, posizionamento sul mercato e caratteristiche del prodotto da commercializzare

Conclusa la fase di inizializzazione viene avviato il processo di valutazione del QFD per la determinazione del posizionamento del prodotto sul mercato e per la definizione delle caratteristiche che il prodotto stesso dovrà avere.

Tale attività vede coinvolte tutte le aziende della catena.

- posizionamento sul mercato e caratteristiche del prodotto da commercializzare

Individuate le aziende, il prodotto e il suo QFD, si passa alla gestione delle richieste di acquisto. Il processo di acquisto ipotizzato si articola nelle seguenti fasi:

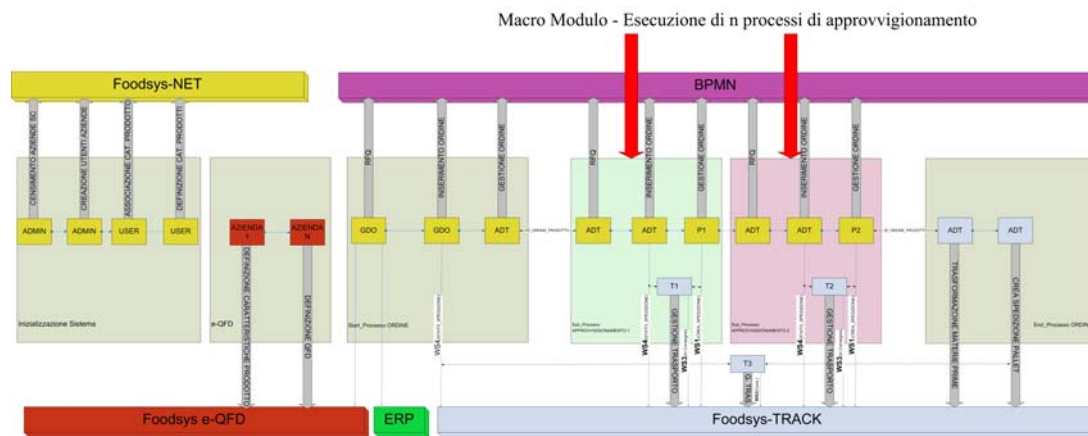
1.1.4.4 Start del PGO, del tipo MTO (Make to Order)

1) Il compratore della Grande Distribuzione Organizzata (GDO) richiede dei preventivi (richieste di quotazioni, RFQ) alle Aziende Di Trasformazione (ADT) che trattano il prodotto d'interesse

2) I venditori ADT se interessati inviano i preventivi

3) Il compratore GDO seleziona il o i venditori più convenienti e stipula uno o più accordi

4) Il compratore GDO, facendo seguito all'accordo definito, effettua l'ordine di acquisto

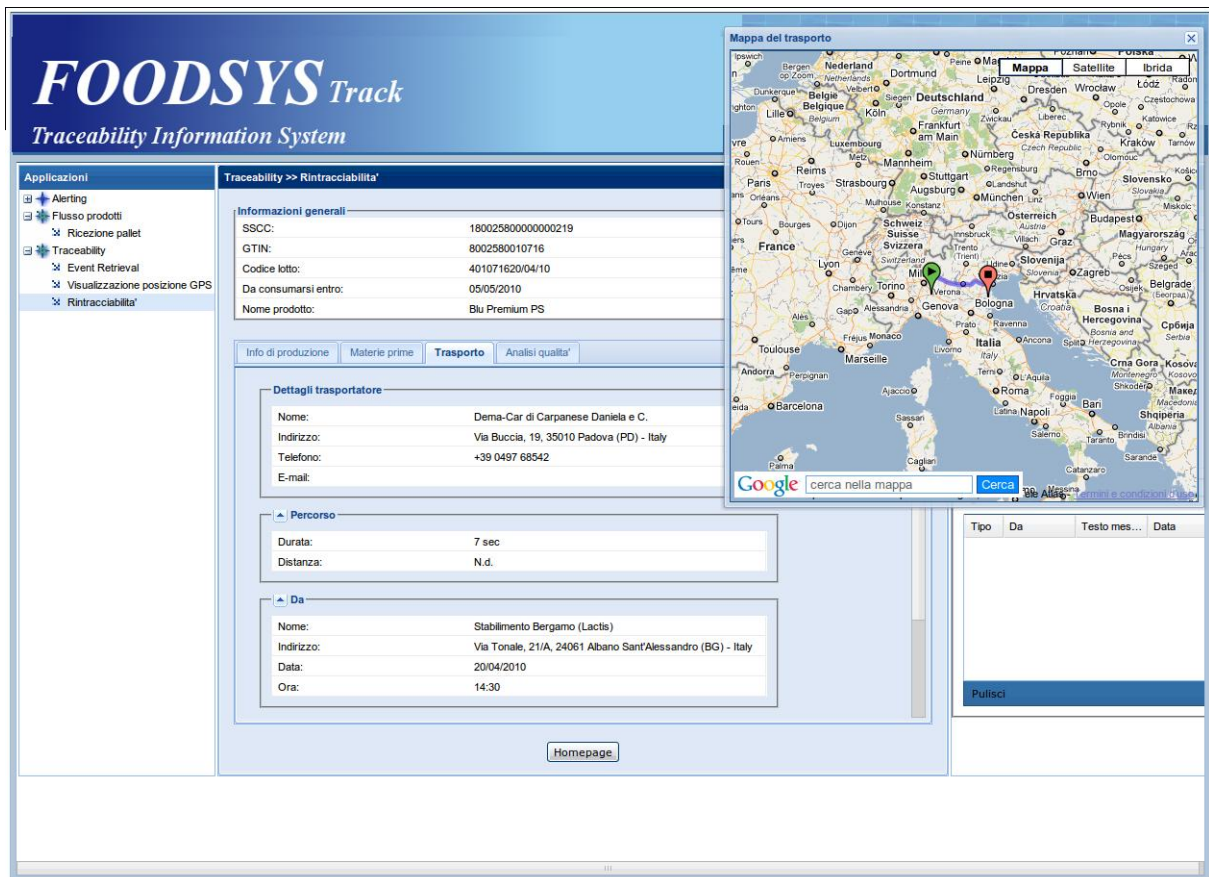
1.1.4.5 Esecuzione di n processi di approvvigionamento (acquisto materie prime)

Il venditore ADT ricevuto l'ordine si adopera per approvvigionarsi delle materie prime necessarie per produrre il prodotto, si trasforma quindi in compratore e avvia a sua volta n processi di acquisto.

Le fasi 1,2,3,4 sopra descritte si ripetono quindi con attori diversi, l'ADT che compra da n produttori di materie prime (P). L'unica particolarità di questi ordini è che bisogna indicare il riferimento al prodotto che contribuiranno a produrre.

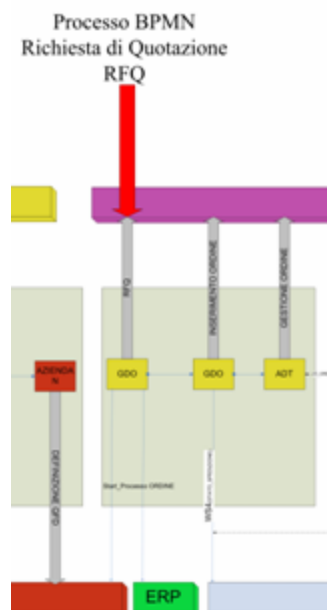
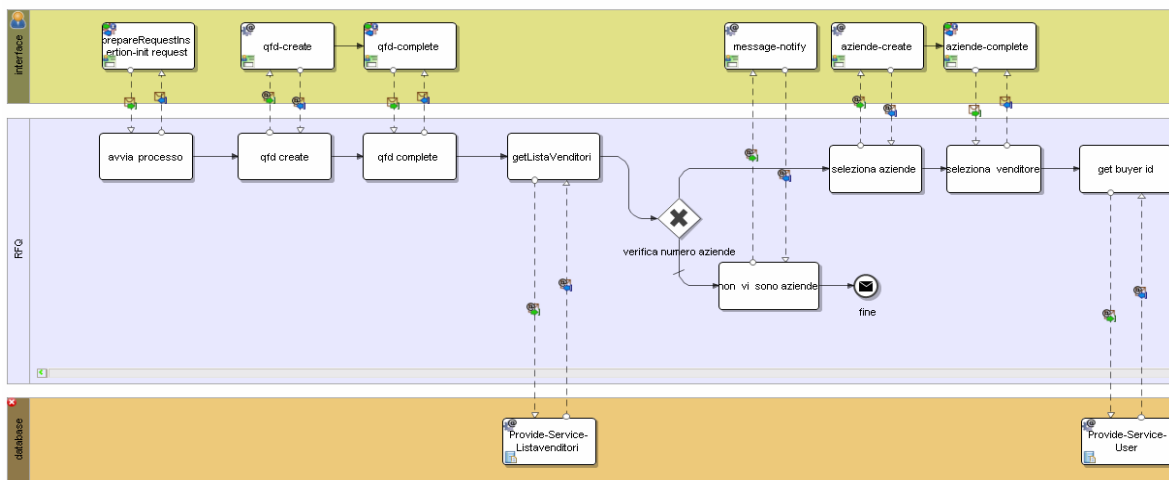
1.1.4.6 Fine del PGO, evasione dell'ordine e consegna al cliente

1) Il venditore ADT trasforma le materie prime ricevute e produce quanto richiesto nell’ordine ricevuto
2) Il venditore ADT spedisce il prodotto al GDO

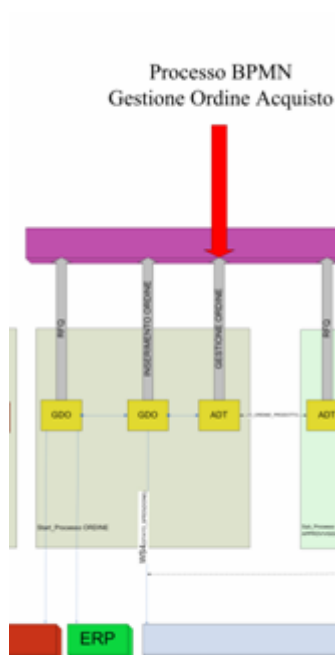
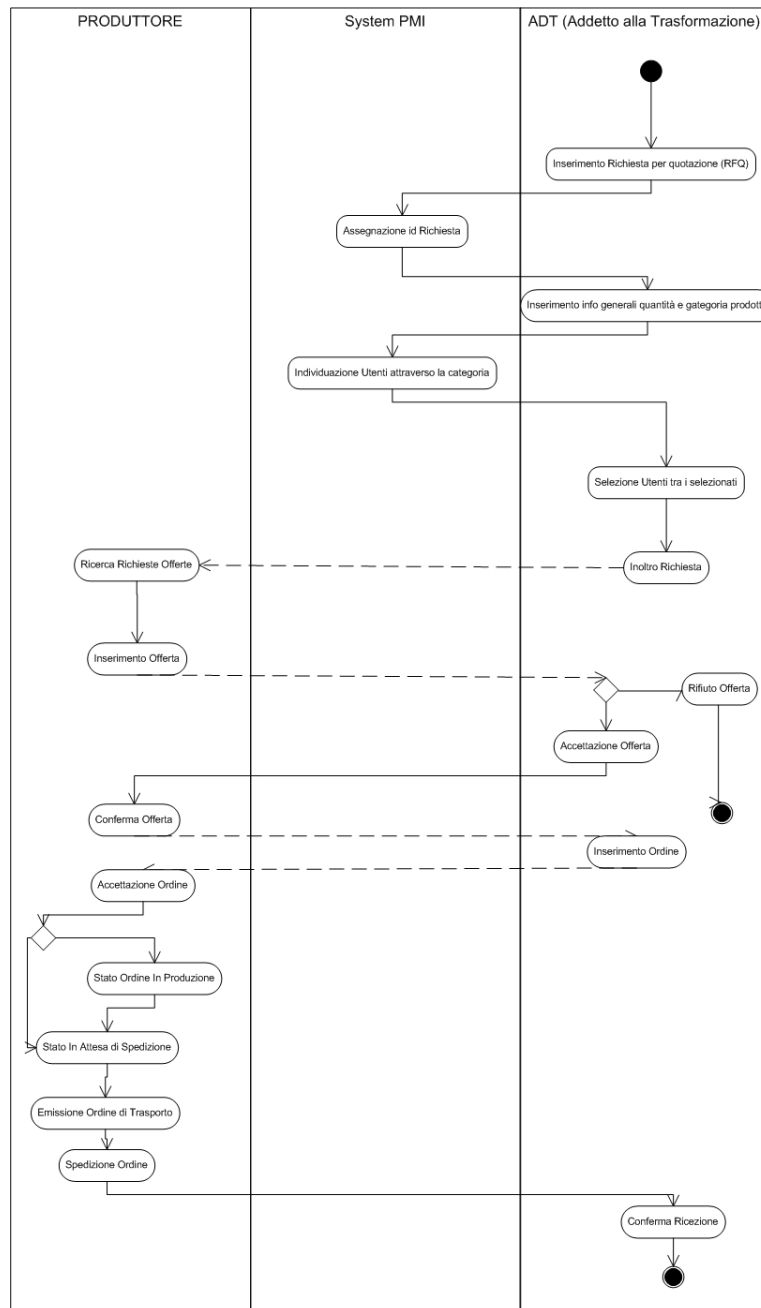
Nella fase di definizione dei preventivi (RFQ) i compratori sono assistiti dal sistema per la scelta della giusta quantità e per l’individuazione del miglior fornitore individuato sulla base delle caratteristiche del prodotto. Tale supporto è fornito attraverso l’integrazione con i sistemi ERP di cui ciascuna azienda della supply chain può essere dotata, con il modulo e-QFD della piattaforma FOODSYS, con l’applicazione delle regole semantiche definite sulla stessa piattaforma FOODSYS, etc.

Lo spostamento di tutti i prodotti (materie prime e trasformati) coinvolti nel processo di acquisto è tracciato dal sistema di tracciabilità e rintracciabilità della piattaforma (FOODSYS Track).

I sotto processi relativi alle macro fasi “Start del PGO, del tipo MTO (Make to Order)”, ”Esecuzione di *n* processi di approvvigionamento (acquisto materie prime)” e “Fine del PGO, evasione dell'ordine e consegna al cliente” sono state disegnati con l'ausilio del BPMN Designer e sono erogati dall'engine BPEL che costituisce uno dei componenti del Process Execution Environment della piattaforma FOODSYS.

A titolo di esempio si riportano alcuni estratti dei disegni di questi sotto processi.

Sotto processo “***Richiesta di Quotazione RFQ*** “

Sotto processo "***Gestione Ordine Acquisto***"

Il processo così gestito elimina la maggior parte della human interactivity che caratterizza gli attuali processi svolti soprattutto tra le PMI.

Di seguito si schematizza il processo solitamente effettuato da una PMI con l'ausilio di sistemi informativi "*non collaborativi*" e senza automatismi, ma utilizzando solo fax, e-mail e telefono per cooperare.

Nei paragrafi successivi si riporta dapprima il metodo di valutazione e successivamente i parametri monitorati con l'introduzione della nuova piattaforma.

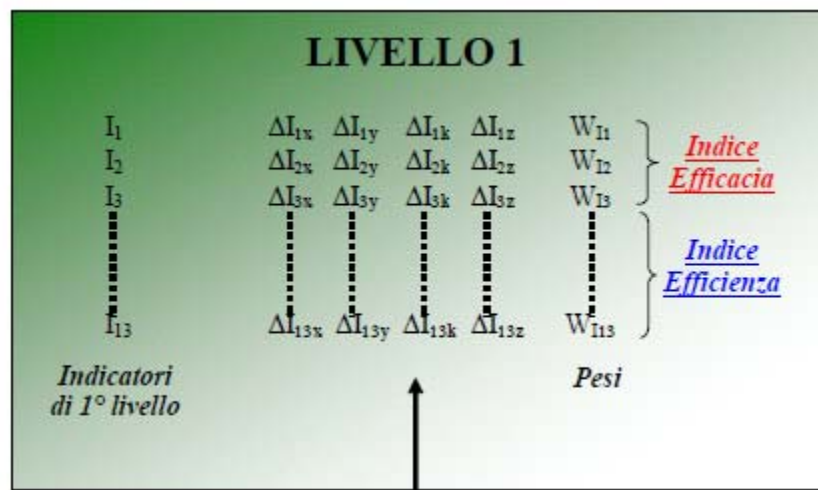
1.1.4.7 La validazione della sperimentazione

Secondo lo standard SCOR (Supply Chain Operations Reference Model) il metodo per valutare, condurre e promuovere iniziative finalizzate al miglioramento delle prestazioni di una supply chain si articola su diverse fasi che vanno dalla definizione degli obiettivi strategici (SCOR livello 1), alla costruzione del modello dei processi della supply chain, fino alla valutazione degli interventi di miglioramento e dei loro impatti diretti e indiretti sugli indicatori di prestazioni a livello operativo e strategico.

SCOR definisce lo schema dei processi e diverse metriche per l'analisi e per il monitoraggio continuo della supply chain. Alla base della metodologia vi sono i seguenti obiettivi:

3) consentire un'analisi "as-is", cioè la rilevazione dello stato presente dell'organizzazione, ed un'analisi su base revisionale dello stato futuro (What-If); l'analisi What-If consiste nel valutare le conseguenze di un cambiamento sull'organizzazione o sulle modalità operative della supply chain. Questo cambiamento può essere, ad esempio, l'introduzione di una nuova tecnologia, il reengineering di un processo, nuove procedure operative, l'esternalizzazione di un servizio. In seguito a questi cambiamenti le prestazioni dell'impresa e, più in generale, della supply chain varieranno

4) adattarsi a diverse configurazioni della supply chain, sempre avendo come base la visione integrata fornita da SCOR. Il modello teorico (SCOR) deve essere ricondotto alla realtà specifica della supply chain in esame, consentendo l'integrazione di dettagli non necessariamente previsti nei processi SCOR e la misurazione delle metriche al livello di dettaglio ritenuto opportuno. Gli strumenti utilizzati devono permettere una configurazione rapida della supply chain

Per la sperimentazione effettuata si prestano particolarmente le caratteristiche della fase di 1° livello, che di seguito vengono descritte. In questa fase di 1° livello, il primo passo della metodologia consiste nell'individuare e misurare un insieme di indicatori definiti per la valutazione sul piano strategico delle iniziative SCM.

Le metriche SCOR di primo livello comprendono 13 indicatori suddivisi in due categorie: *customer-facing* (indici di efficacia) e *internal-facing* (indici di efficienza). La tabella seguente riporta alcuni dei più significativi tra i suddetti 13 indicatori, raggruppandoli in termini di efficacia (Cliente) e di efficienza (Interno); per ciascuna di queste due categorie sono indicati gli attributi di *performance* (Affidabilità, Tempestività, Flessibilità, Costi, Attività), con le relative metriche ed alcuni esempi di KPI (Key Performance Indicator) necessari per la misurazione e le successive valutazioni.

	Attributi	Metriche	Esempi di KPI
Cliente	Affidabilità	Evasione Ordine Perfetto	Percentuale di consegne in tempo
			Tasso di Ordini Perfetti
	Tempestività	Tempo di Ciclo di Evasione dell'Ordine	Lead Time
			Quantità media di Acquisto dovuta al Ciclo di Consegna
	Flessibilità	Flessibilità all'aumento delle prestazioni della Supply Chain	Percentuale di consegne in tempo (interne ed esterne)
		Adattabilità all'aumento delle prestazioni della Supply Chain	
		Adattabilità alla riduzione delle prestazioni della Supply Chain	
Interno	Costi	Costo di gestione della Supply Chain	Gestione delle scorte per ordine cliente
		Costo del Venduto	
	Attività	Tempo di Ciclo dell'Investimento	Tempo di Ciclo medio tra ordine e spedizione
		Ritorno sulle Immobilizzazioni della Supply Chain	
		Ritorno sul Capitale Circolante	

Rientra in questa fase anche la definizione dei pesi, cioè i coefficienti applicati agli indicatori di primo livello selezionati, per indicare l'importanza relativa della metrica all'interno della categoria di appartenenza. La somma pesata degli indicatori di primo livello si traduce in due indicatori di sintesi: l'Indice di Efficacia e l'Indice di Efficienza, che insieme determinano il posizionamento strategico della supply chain.

Le misurazioni delle metriche sono normalizzate rispetto all'intervallo di variazione definito dai limiti minimo e massimo ammessi per ciascuna metrica. L'obiettivo è ottenere valori comparabili, tra zero e uno, per tutte le metriche incluse nel modello, tenendo conto che queste sono rappresentate da attributi negativi, come le metriche di "tempo" e "costo", e positivi come le metriche di "guadagno" e "prestazione". Per quanto riguarda quelli negativi si ha una performance minima dello 0% quando si registra un valore pari al valore massimo, mentre una performance massima del 100% in corrispondenza del valore minimo. Il vantaggio principale della normalizzazione consiste nel fatto che le variazioni delle metriche, e quindi l'impatto dei cambiamenti sulla supply chain, non sono valutate in termini astratti ma in relazione al margine di miglioramento effettivamente raggiungibile secondo il giudizio degli utenti.

Per la validazione della sperimentazione effettuata sono stati individuati tre indicatori di prestazioni relativi agli attributi di Attività, Tempestività e Affidabilità, in quanto sono stati ritenuti fondamentali per la valutazione degli aspetti strategici della SCM volti a garantire *la qualità e la tipicità dei prodotti*. Per questi tre attributi risultano particolarmente significativi i seguenti KPI:

- ***il Tempo di Ciclo medio (Tempo di reazione)*** della Supply Chain, cioè il tempo che l'azienda impiega per formalizzare l'ordine del cliente e completare il processo di approvvigionamento dei materiali; le fasi comprese in questo intervallo temporale sono la procedura di emissione del Sales Order e l'approvvigionamento.
- ***il Lead Time***, cioè il tempo che intercorre dalla formalizzazione dell'ordine, incluso l'approvvigionamento, alla consegna al cliente; questo tempo comprende le attività svolte internamente all'azienda
- ***la Percentuale di Consegne in Tempo***, cioè la percentuale degli ordini la cui data di consegna al compratore risulta inferiore alla data prevista di consegna, definita in fase di emissione dell'ordine

Ulteriore parametro che abbiamo ritenuto necessario prendere in considerazione, relativo alla piattaforma software, è costituito dalla flessibilità a *run-time* che la piattaforma stessa offre durante la gestione dei processi.

1.1.4.8 I risultati della sperimentazione

La sperimentazione è stata condotta:

- in ambiente simulato (ambiente di laboratorio ideale simulando il comportamento di varie PMI che parteciapno alla SC e utilizzando i dati ricavati dalle best practies),
- in ambiente reale (considerando alcune PMI, in altri termini, la "supply chain di Ortoreale") senza utilizzo della piattaforma
- in ambiente reale (considerando la "supply chain di Ortoreale") con l'utilizzo della piattaforma FOODSYS

Prima di procedere con il confronto è opportuno ricordare che per la sperimentazione è stato implementato sulla piattaforma solo uno dei processi previsti dalla Supply Chain, il più significativo, cioè "Gestione degli Ordini" (evidenziando che il suo piano di esecuzione prevede il possibile utilizzo di quasi tutti gli aspetti tecnologici messi in opera dalla piattaforma). Questo ha consentito di concentrare i maggiori sforzi per la descrizione degli aspetti più innovativi che la piattaforma si è proposta di realizzare.

E' chiaro che gli stessi strumenti e servizi sono messi a disposizione di tutti gli attori della catena che alla stessa maniera possono disegnare ed eseguire i propri processi per ottenere una gestione realmente integrata e ottimizzata dell'intera supply chain.

La piattaforma FOODSYS fornisce in modo nativo gli strumenti necessari per la valutazione degli indicatori di prestazioni che si possono ritenere significativi a livello operativo e strategico.
Per l'ambiente simulato, del quale si omette per facilità di lettura l'insieme di tabelle di misurazioni (dal momento che si è ritenuto più opportuno riportare i dati degli ambienti reali), sono stati ottenuti i seguenti valori:
"***Lead Time***"= Valore Medio Normalizzato Pesato pari a 77%;
"***Tempo di Reazione***" = 90%.
"***Percentuale di Consegne in Tempo***"= pari a 100%.
Di seguito si darà chiara lettura delle modalità di recupero di tali parametri.

Vediamo invece cosa si è ottenuto per l'ambiente reale prendendo in considerazione i dati della supply chain ***Ortoreale,*** che effettua lo stesso tipo di ordine dapprima con un sistema più o meno informatizzato (fax, e-mail, gestionale locale etc) e poi con l'introduzione della piattaforma FOODSYS.

Con riferimento al primo caso il calcolo dei valori è stato effettuato su dati estratti dai sistemi locali in uso presso alcune PMI della supply chain di Ortoreale.

E' già evidente da un'analisi visiva dei dati che in termini di KPI l'introduzione di tecnologie innovative migliorano sicuramente il processo esaminato, ma prima di certificare ciò, poiché il confronto va effettuato su dati normalizzati, è opportuno effettuare una normalizzazione e processare questi dati con lo stesso strumento che la piattaforma FOODSYS mette a disposizione

Le tabelle riportate di seguito forniscono un'analisi sui dati normalizzati delle misurazioni effettuate durante la gestione di ordini di acquisto e vendita, nel processo standard di gestione ordine di Ortoreale.

Indicatori Tempo (Tempo di Reazione)

			Measures					
Categoria	Performance	Numero Ordine	Min	Max	Valore Attuale	% Valore Attuale Norm.	% Valore Medio Norm. Pesato	Valore Attuale Norm. Pesato
Flessibilità	**Tempo di Reazione**	**1103**	2	36	6	88	76	0,4
		1104	2	36	4	94	76	0,5
		1105	2	36	34	6	76	0
		1106	2	36	3	97	76	0,5
		1107	2	36	2	100	76	0,5
		1108	2	36	2	100	76	0,5
		1109	2	36	3	97	76	0,5
		1110	2	36	30	18	76	0,1
		1111	2	36	10	76	76	0,4
		1112	2	36	3	97	76	0,5
		1113	2	36	36	0	76	0
		1114	2	36	14	65	76	0,3
		1115	2	36	13	68	76	0,3
		1116	2	36	5	91	76	0,5
		1117	2	36	13	68	76	0,3
		1118	2	36	3	97	76	0,5
		1119	2	36	4	94	76	0,5
		1120	2	36	5	91	76	0,5
		1124	2	36	7	85	76	0,4
		1125	2	36	2	100	76	0,5
		1126	2	36	4	94	76	0,5
		1127	2	36	5	91	76	0,5
		1127	2	36	5	91	76	0,5
		1128	2	36	3	97	76	0,5
		1129	2	36	10	76	76	0,4
		1131	2	36	5	91	76	0,5
		1132	2	36	5	91	76	0,5
		1135	2	36	7	85	76	0,4
		1136	2	36	9	79	76	0,4
		1138	2	36	5	91	76	0,5
		1139	2	36	9	79	76	0,4
		1140	2	36	3	97	76	0,5
		1141	2	36	2	100	76	0,5
		1144	2	36	4	94	76	0,5
		1145	2	36	2	100	76	0,5
		1146	2	36	3	97	76	0,5
		1147	2	36	19	50	76	0,3
		1148	2	36	3	97	76	0,5
		1149	2	36	4	94	76	0,5
		1150	2	36	3	97	76	0,5
		1151	2	36	3	97	76	0,5
		1152	2	36	14	65	76	0,3
		1153	2	36	2	100	76	0,5
		1154	2	36	19	50	76	0,3
		1155	2	36	2	100	76	0,5
		1156	2	36	2	100	76	0,5
		1157	2	36	2	100	76	0,5
		1159	2	36	9	79	76	0,4
		1160	2	36	3	97	76	0,5
		1161	2	36	2	100	76	0,5
		1162	2	36	5	91	76	0,5
		1163	2	36	3	97	76	0,5
		1164	2	36	3	97	76	0,5
		1166	2	36	4	94	76	0,5
		1168	2	36	5	91	76	0,5
		1169	2	36	2	100	76	0,5
		2084	2	36	2	100	76	0,5
		2103	2	36	3	97	76	0,5
		2135	2	36	2	100	76	0,5
		2149	2	36	7	85	76	0,4
		2151	2	36	2	100	76	0,5
		2196	2	36	5	91	76	0,5
		2205	2	36	2	100	76	0,5
		2306	2	36	6	88	76	0,4

Indicatori Tempo (Lead Time)

			Measures					
Categoria	Performance	Numero Ordine	Min	Max	Valore Attuale	% Valore Attuale Norm.	% Valore Medio Norm. Pesato	Valore Attuale Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	-Tutti	165	2.585	681	4.327	2.530	13
		1103	3	47	7	91	46	0,3
		1104	3	47	12	80	46	0,2
		1105	3	47	37	23	46	0,1
		1106	3	47	9	86	46	0,3
		1107	3	47	5	95	46	0,3
		1108	3	47	4	98	46	0,3
		1109	3	47	17	68	46	0,2
		1110	3	47	47	0	46	0
		1111	3	47	22	57	46	0,2
		1112	3	47	5	95	46	0,3
		1113	3	47	42	11	46	0
		1114	3	47	29	41	46	0,1
		1115	3	47	22	57	46	0,2
		1116	3	47	9	86	46	0,3
		1117	3	47	37	23	46	0,1
		1118	3	47	5	95	46	0,3
		1119	3	47	6	93	46	0,3
		1120	3	47	7	91	46	0,3
		1124	3	47	14	75	46	0,2
		1125	3	47	6	93	46	0,3
		1126	3	47	5	95	46	0,3
		1127	3	47	7	91	46	0,3
		1129	3	47	26	48	46	0,1
		1131	3	47	7	91	46	0,3
		1132	3	47	32	34	46	0,1
		1135	3	47	8	89	46	0,3
		1136	3	47	14	75	46	0,2
		1138	3	47	9	86	46	0,3
		1139	3	47	12	80	46	0,2
		1140	3	47	7	91	46	0,3
		1141	3	47	3	100	46	0,3
		1144	3	47	6	93	46	0,3
		1145	3	47	7	91	46	0,3
		1146	3	47	4	98	46	0,3
		1147	3	47	22	57	46	0,2
		1148	3	47	4	98	46	0,3
		1149	3	47	5	95	46	0,3
		1150	3	47	5	95	46	0,3
		1151	3	47	12	80	46	0,2
		1152	3	47	17	68	46	0,2
		1153	3	47	4	98	46	0,3
		1154	3	47	32	34	46	0,1
		1155	3	47	5	95	46	0,3
		1156	3	47	5	95	46	0,3
		1157	3	47	20	61	46	0,2
		1159	3	47	12	80	46	0,2
		1160	3	47	4	98	46	0,3
		1161	3	47	3	100	46	0,3
		1163	2	47	8	87	46	0,3
		1164	2	47	4	96	46	0,3
		1166	2	47	7	89	46	0,3
		1168	2	47	8	87	46	0,3
		1169	2	47	3	98	46	0,3
		2084	2	47	5	93	46	0,3
		2103	2	47	4	96	46	0,3
		2135	2	47	3	98	46	0,3
		2149	2	47	7	89	46	0,3
		2151	2	47	2	100	46	0,3
		2196	2	47	5	93	46	0,3
		2205	2	47	2	100	46	0,3
		2306	2	47	10	82	46	0,3

I dati forniti non hanno reso possibile la rilevazione della “***Percentuale di Consegne in Tempo***”.

Le misurazioni delle metriche temporali (Lead Time e Tempo di Reazione), sopra riportate, sono normalizzate rispetto all’intervallo di variazione definito dai limiti minimo e massimo ammessi per ciascuna metrica. Come già detto, il vantaggio principale della normalizzazione consiste nel fatto che le variazioni delle metriche, e quindi l’impatto dei cambiamenti sulla supply chain, non sono valutate in termini astratti ma in relazione al margine di miglioramento effettivamente raggiungibile.

Applicando le tecniche di Data Mining, la formalizzazione matematica per la determinazione delle metriche è stata definita nel modo seguente:

% Valore Attuale Norm = $1 - \frac{ValoreAttuale - Min}{Max - Min}$

% Valore Medio Norm Pesato = $1 - \frac{\frac{Min + Max}{2} - Min}{Max - Min} * Peso * 100$

% Valore Attuale Norm Pesato = $1 - \frac{ValoreAttuale - Min}{Max - Min} \quad *Peso$

Utilizzando i dati ottenuti, compresi quelli della normalizzazione, sono stati eseguiti alcuni confronti tra i valori attuali e normalizzati pesati e le rispettive medie, riportandone anche una rappresentazione grafica che fornisce un'idea più concreta ed immediata del confronto in atto.

La tabella seguente riporta un sottoinsieme dei campi relativi alla misurazione dei Tempi di reazione: per ogni ordine è riportato il valore attuale ed il suo corrispondente normalizzato e pesato.

Tempo di Reazione Ortoreale:

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	Valore Attuale	Valore Attuale Norm. Pesato
Flessibilità	Tempo di Reazione	1103	6	0,4
		1104	4	0,5
		1105	34	0
		1106	3	0,5
		1107	2	0,5
		1108	2	0,5
		1109	3	0,5
		1110	30	0,1
		1111	10	0,4
		1112	3	0,5
		1113	36	0
		1114	14	0,3
		1115	13	0,3
		1116	5	0,5
		1117	13	0,3
		1118	3	0,5
		1119	4	0,5
		1120	5	0,5
		1124	7	0,4
		1125	2	0,5
		1126	4	0,5
		1127	5	0,5
		1128	3	0,5
		1129	10	0,4
		1131	5	0,5
		1132	5	0,5
		1135	7	0,4
		1136	9	0,4
		1138	5	0,5
		1139	9	0,4
		1140	3	0,5
		1141	2	0,5
		1144	4	0,5
		1145	2	0,5
		1146	3	0,5
		1147	19	0,3
		1148	3	0,5
		1149	4	0,5
		1150	3	0,5
		1151	3	0,5
		1152	14	0,3
		1153	2	0,5
		1154	19	0,3
		1155	2	0,5
		1156	2	0,5
		1157	2	0,5
		1159	9	0,4
		1160	3	0,5
		1161	2	0,5
		1162	5	0,5
		1163	3	0,5
		1164	3	0,5
		1166	4	0,5
		1168	5	0,5
		1169	2	0,5
		2084	2	0,5
		2103	3	0,5
		2135	2	0,5
		2149	7	0,4
		2151	2	0,5
		2196	5	0,5
		2205	2	0,5
		2306	6	0,4

Il successivo diagramma a barre verticali ci permette di avere una rappresentazione multidimensionale dei valori. Per ogni ordine: una barra di colore rosso rappresenta il valore attuale del Tempo di reazione; una barra di colore blu rappresenta il corrispondente valore normalizzato e pesato.

Quanto appena visto nel caso del Tempo di reazione è stato prodotto anche per i dati relativi al Lead Time.

Lead Time Ortoreale:

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	Valore Attuale	Valore Attuale Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	1103	7	0,3
		1104	12	0,2
		1105	37	0,1
		1106	9	0,3
		1107	5	0,3
		1108	4	0,3
		1109	17	0,2
		1110	47	0
		1111	22	0,2
		1112	5	0,3
		1113	42	0
		1114	29	0,1
		1115	22	0,2
		1116	9	0,3
		1117	37	0,1
		1118	5	0,3
		1119	6	0,3
		1120	7	0,3
		1124	14	0,2
		1125	6	0,3
		1126	5	0,3
		1127	7	0,3
		1128	5	0,3
		1129	26	0,1
		1131	7	0,3
		1132	32	0,1
		1135	8	0,3
		1136	14	0,2
		1138	9	0,3
		1139	12	0,2
		1140	7	0,3
		1141	3	0,3
		1144	6	0,3
		1145	7	0,3
		1146	4	0,3
		1147	22	0,2
		1148	4	0,3
		1149	5	0,3
		1150	5	0,3
		1151	12	0,2
		1152	17	0,2
		1153	4	0,3
		1154	32	0,1
		1155	5	0,3
		1156	5	0,3
		1157	20	0,2
		1159	12	0,2
		1160	4	0,3
		1161	3	0,3
		1162	7	0,3
		1163	8	0,3
		1164	4	0,3
		1166	7	0,3
		1168	8	0,3
		1169	3	0,3
		2084	5	0,3
		2103	4	0,3
		2135	3	0,3
		2149	7	0,3
		2151	2	0,3
		2196	5	0,3
		2205	2	0,3
		2306	10	0,3

45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Tempestivita Lead Time.I169.
Slicer:
Valore Attuale.
Valore Attuale Norm. Pesato.

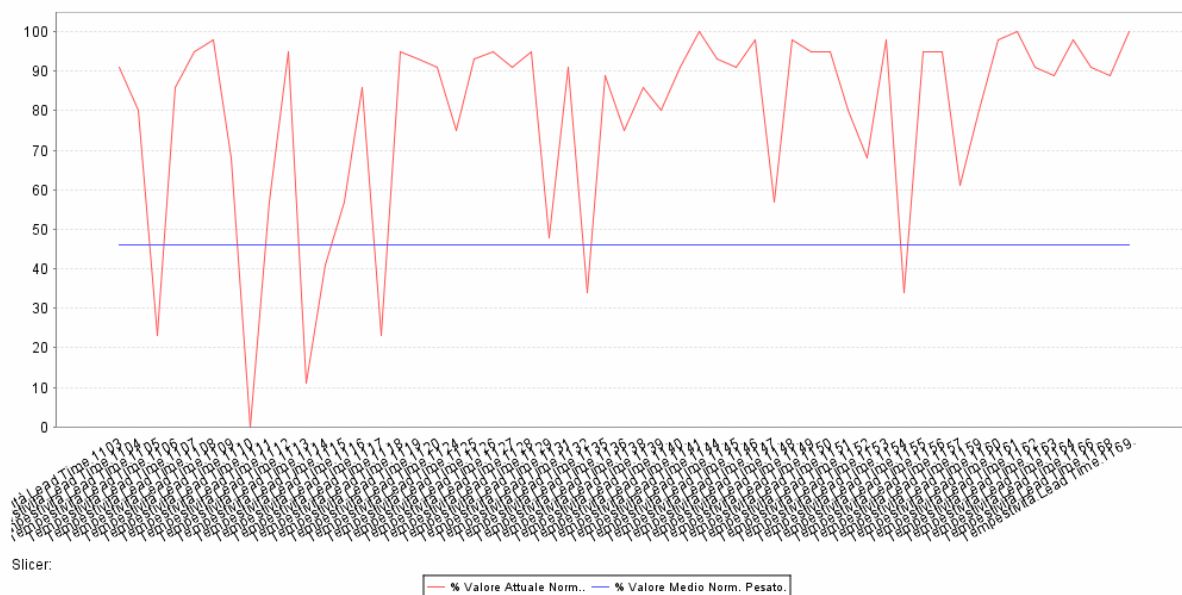
Tempi di Reazione % Ortoreale:

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	% Valore Attuale Norm.	% Valore Medio Norm. Pesato
Flessibilità	Tempo di Reazione	1103	88	76
		1104	94	76
		1105	6	76
		1106	97	76
		1107	100	76
		1108	100	76
		1109	97	76
		1110	18	76
		1111	76	76
		1112	97	76
		1113	0	76
		1114	65	76
		1115	68	76
		1116	91	76
		1117	68	76
		1118	97	76
		1119	94	76
		1120	91	76
		1124	85	76
		1125	100	76
		1126	94	76
		1127	91	76
		1128	97	76
		1129	76	76
		1131	91	76
		1132	91	76
		1135	85	76
		1136	79	76
		1138	91	76
		1139	79	76
		1140	97	76
		1141	100	76
		1144	94	76
		1145	100	76
		1146	97	76
		1147	50	76
		1148	97	76
		1149	94	76
		1150	97	76
		1151	97	76
		1152	65	76
		1153	100	76
		1154	50	76
		1155	100	76
		1156	100	76
		1157	100	76
		1159	79	76
		1160	97	76
		1161	100	76
		1162	91	76
		1163	97	76

		1164	97	76
		1166	94	76
		1168	91	76
		1169	100	76
		2084	100	76
		2103	97	76
		2135	100	76
		2149	85	76
		2151	100	76
		2196	91	76
		2205	100	76
		2306	88	76

Lead Time %

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	% Valore Attuale Norm.	% Valore Medio Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	1103	91	46
		1104	80	46
		1105	23	46
		1106	86	46
		1107	95	46
		1108	98	46
		1109	68	46
		1110	0	46
		1111	57	46
		1112	95	46
		1113	11	46
		1114	41	46
		1115	57	46
		1116	86	46
		1117	23	46
		1118	95	46
		1119	93	46
		1120	91	46
		1124	75	46
		1125	93	46
		1126	95	46
		1127	91	46
		1128	95	46
		1129	48	46
		1131	91	46
		1132	34	46
		1135	89	46
		1136	75	46
		1138	86	46
		1139	80	46
		1140	91	46
		1141	100	46
		1144	93	46
		1145	91	46
		1146	98	46
		1147	57	46
		1148	98	46
		1149	95	46
		1150	95	46
		1151	80	46
		1152	68	46
		1153	98	46
		1154	34	46
		1155	95	46
		1156	95	46
		1157	61	46
		1159	80	46
		1160	98	46
		1161	100	46
		1162	91	46
		1163	89	46
		1164	98	46

		1166	89	46
		1168	87	46
		1169	98	46
		2084	93	46
		2103	96	46
		2135	98	46
		2149	89	46
		2151	100	46
		2196	93	46
		2205	100	46
		2306	82	46

Una prima osservazione sui risultati elaborati dai dati di Ortoreale riguarda la notevole differenza tra i valori ottenuti per la metrica *"**Lead Time**",* che ha un ***Valore Medio Normalizzato Pesato % pari a 46*** rispetto ad un ***Valore Medio Normalizzato Pesato % di 76*** della metrica ***"Tempo di Reazione"***.

Il processo di gestione dell'ordine risulta poco performante nella parte finale di consegna al cliente. Andrebbero pertanto rivisti questi aspetti critici del processo, modificando opportunamente le sezioni relative ai sotto processi che sono risultati poco performanti. Però, non potendo intervenire su un sistema locale (più o meno informatizzato), un intervento mirato per la risoluzione e/o miglioramento di tale aspetto risulterebbe non poco invasivo e oneroso.

Di seguito si riportano i dati ricavati con l'introduzione della piattaforma FOODSYS nella supply chain Ortoreale. La prima tabella riporta, relativamente ad un campione di 95 ordini estratto dal totale di circa 400, i dati relativi al Tempo di reazione misurato nel corso della sperimentazione.

Indicatori Tempo (Tempo di Reazione)

			Measures					
Categoria	**Performance**	**Numero Ordine**	**Min**	**Max**	**Valore Attuale**	**% Valore Attuale Norm.**	**% Valore Medio Norm. Pesato**	**Valore Attuale Norm. Pesato**
Flessibilità	**Tempo di Reazione**	**0001288106729**	2	8	4	67	83	0,3
		0001289384997	2	8	2	100	83	0,5
		0001289386230	2	8	3	83	83	0,4
		0001289495647	2	8	2	100	83	0,5
		0001289497395	2	8	2	100	83	0,5
		0001289552615	2	8	2	100	83	0,5
		0001289553389	2	8	2	100	83	0,5
		0001289554097	2	8	2	100	83	0,5
		0001289554918	2	8	2	100	83	0,5
		0001289555070	2	8	4	67	83	0,3
		0001289558299	2	8	2	100	83	0,5
		0001289558496	2	8	2	100	83	0,5
		0001289559022	2	8	2	100	83	0,5
		0001289561338	2	8	2	100	83	0,5
		0001289571317	2	8	2	100	83	0,5
		0001289820704	2	8	2	100	83	0,5
		1172583129109	2	8	4	67	83	0,3
		1172849601859	2	8	4	67	83	0,3
		1173093032875	2	8	2	100	83	0,5
		1173780543312	2	8	2	100	83	0,5
		1173882486640	2	8	2	100	83	0,5
		1180456089615	2	8	4	67	83	0,3
		1180519658046	2	8	5	50	83	0,3
		1183029093828	2	8	2	100	83	0,5
		1184255936107	2	8	2	100	83	0,5
		1184933098500	2	8	5	50	83	0,3
		1185291531906	2	8	2	100	83	0,5
		1185298464671	2	8	2	100	83	0,5
		1185369701312	2	8	8	0	83	0
		1185370640265	2	8	2	100	83	0,5
		1185436872562	2	8	3	83	83	0,4
		1267609613589	2	8	2	100	83	0,5
		1268391304488	2	8	3	83	83	0,4
		1268392213443	2	8	2	100	83	0,5
		1268404153870	2	8	2	100	83	0,5
		1273743716391	2	8	2	100	83	0,5
		1273765150013	2	8	2	100	83	0,5
		1274094650011	2	8	2	100	83	0,5
		1276675550416	2	8	4	67	83	0,3
		1276676581871	2	8	2	100	83	0,5
		1276779791506	2	8	3	83	83	0,4
		1276789662160	2	8	3	83	83	0,4
		1277203058188	2	8	2	100	83	0,5
		1280503618296	2	8	2	100	83	0,5
		1280504149250	2	8	2	100	83	0,5
		1280504602656	2	8	2	100	83	0,5
		1283156824937	2	8	2	100	83	0,5
		1283157972937	2	8	2	100	83	0,5
		1283164098968	2	8	2	100	83	0,5
		1283177737703	2	8	3	83	83	0,4
		1283182397484	2	8	7	17	83	0,1
		1283182954703	2	8	5	50	83	0,3
		1283183182171	2	8	2	100	83	0,5
		1283184391265	2	8	5	50	83	0,3
		1283184935187	2	8	3	83	83	0,4
		1283253203812	2	8	3	83	83	0,4
		1283253815031	2	8	2	100	83	0,5
		1283266412328	2	8	2	100	83	0,5
		1283331624359	2	8	2	100	83	0,5
		1283332123093	2	8	8	0	83	0
		1283332613453	2	8	5	50	83	0,3
		1283332919140	2	8	2	100	83	0,5
		1283424158609	2	8	3	83	83	0,4
		1283424624328	2	8	2	100	83	0,5
		1283433188156	2	8	2	100	83	0,5
		1283434242281	2	8	2	100	83	0,5
		1283434403062	2	8	4	67	83	0,3
		1283434822312	2	8	5	50	83	0,3
		1283503457906	2	8	2	100	83	0,5
		1283520794406	2	8	5	50	83	0,3
		1283521341281	2	8	2	100	83	0,5
		1283939420968	2	8	4	67	83	0,3
		1284047941281	2	8	5	50	83	0,3
		1284105709343	2	8	4	67	83	0,3

		1284106006062	2	8	4	67	83	0,3
		1284369523750	2	8	2	100	83	0,5
		1284369861609	2	8	5	50	83	0,3
		1284387047953	2	8	8	0	83	0
		1284387482171	2	8	2	100	83	0,5
		1285774219171	2	8	2	100	83	0,5
		1285774421859	2	8	2	100	83	0,5
		1290419317855	2	8	2	100	83	0,5
		1290435134017	2	8	2	100	83	0,5
		1290436302778	2	8	2	100	83	0,5
		1290436810795	2	8	2	100	83	0,5
		1290437256741	2	8	2	100	83	0,5
		1290437697089	2	8	2	100	83	0,5
		1290437929723	2	8	2	100	83	0,5
		1290611757484	2	8	2	100	83	0,5
		1290617145307	2	8	2	100	83	0,5

Tempo di reazione

La seconda tabella riporta, relativamente ad un campione di 35 ordini, i dati relativi al Lead Time misurato.

Indicatori Tempo (Lead Time)

			Measures					
Categoria	**Performance**	**Numero Ordine**	**Min**	**Max**	**Valore Attuale**	**% Valore Attuale Norm.**	**% Valore Medio Norm. Pesato**	**Valore Attuale Norm. Pesato**
Tempestività	**Lead Time**	1172583129109	2	9	8	14	49	0
		1172849601859	2	9	7	29	49	0,1
		1183029093828	2	9	4	71	49	0,2
		1184255936107	2	9	2	100	49	0,3
		1184933098500	2	9	5	57	49	0,2
		1185436872562	2	9	3	86	49	0,3
		1267609613589	2	9	2	100	49	0,3
		1268391304488	2	9	3	86	49	0,3
		1273743716391	2	9	2	100	49	0,3
		1273765150013	2	9	2	100	49	0,3
		1276676581871	2	9	2	100	49	0,3
		1276779791506	2	9	7	29	49	0,1
		1277203058188	2	9	2	100	49	0,3
		1280504149250	2	9	2	100	49	0,3
		1280504602656	2	9	2	100	49	0,3
		1283157972937	2	9	2	100	49	0,3
		1283266412328	2	9	2	100	49	0,3
		1283424158609	2	9	6	43	49	0,1
		1283424624328	2	9	2	100	49	0,3
		1283503457906	2	9	2	100	49	0,3
		1283520794406	2	9	7	29	49	0,1
		1283521341281	2	9	2	100	49	0,3
		1283939420968	2	9	4	71	49	0,2
		1283939420968	2	9	4	71	49	0,2
		1284105709343	2	9	7	29	49	0,1
		1284106006062	2	9	4	71	49	0,2
		1284369523750	2	9	2	100	49	0,3
		1284369861609	2	9	5	57	49	0,2
		1284387047953	2	9	9	0	49	0
		1284387482171	2	9	3	86	49	0,3
		1290611757484	2	9	2	100	49	0,3

Lead Time

La terza tabella riporta, relativamente ad un campione di 31 ordini, i dati relativi alla differenza di giorni tra la data presunta della consegna e quella effettiva. Lo zero indica che la consegna è avvenuta nel giorno previsto in fase di creazione dell'ordine, i valori negativi che è stato consegnato in anticipo, i valori positivi che è stato consegnato in ritardo.

Indicatori Affidabilità (Percentuale di Consegne in Tempo)

	Measures
Numero Ordine	Differenza
1172583129109	-7
1172849601859	-2
1183029093828	-1
1184255936107	-2
1184933098500	-1
1185436872562	0
1267609613589	-1
1268391304488	-1
1273743716391	-1
1273765150013	-1
1276676581871	-1
1276779791506	-1
1277203058188	-1
1280504149250	-1
1280504602656	-1
1283157972937	-1
1283266412328	-1
1283424158609	-10
1283424624328	-1
1283503457906	-1
1283520794406	-10
1283521341281	-1
1283939420968	-3
1284105709343	-9
1284106006062	-1
1284369523750	-1
1284369861609	-1
1284387047953	-4
1284387482171	-1
1290611757484	-4

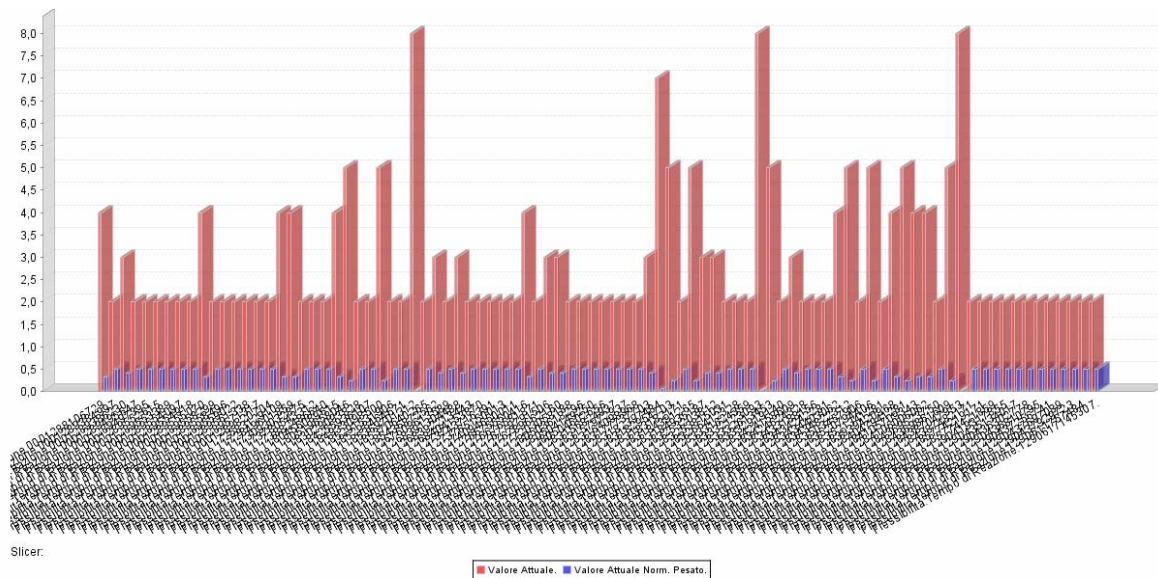
Si deduce che la percentuale di ordini consegnati in tempo è del **97%**, valore ottenuto effettuando la media aritmetica considerando che 30 sono gli ordini consegnati in tempo rispetto ai 31 ordini esaminati.

Come già fatto precedentemente, utilizzando i dati ottenuti, compresi quelli della normalizzazione, sono stati eseguiti alcuni confronti tra i valori attuali e normalizzati pesati e le rispettive medie, con relativa rappresentazione grafica.

La tabella seguente riporta un sottoinsieme dei campi relativi alla misurazione dei Tempi di reazione: per ogni ordine è riportato il valore attuale ed il suo corrispondente normalizzato e pesato.

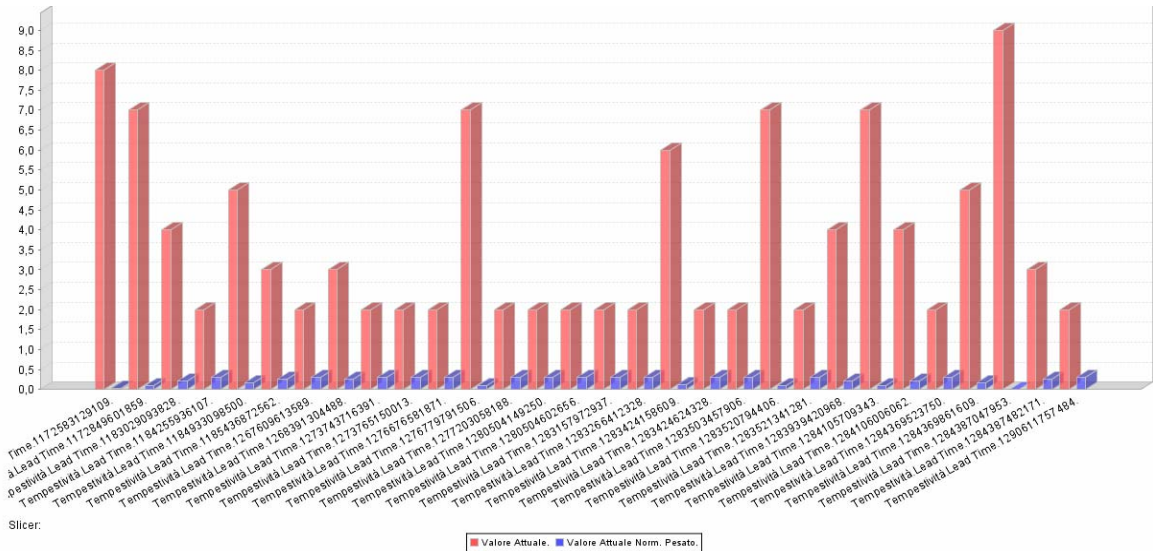
Tempo di reazione:

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	Valore Attuale	Valore Attuale Norm. Pesato
Flessibilità	Tempo di Reazione	0001288106729	4	0,3
		0001289384997	2	0,5
		0001289386230	3	0,4
		0001289495647	2	0,5
		0001289497395	2	0,5
		0001289552615	2	0,5
		0001289553389	2	0,5
		0001289554097	2	0,5
		0001289554918	2	0,5
		0001289555070	4	0,3
		0001289558299	2	0,5
		0001289558496	2	0,5
		0001289559022	2	0,5
		0001289561338	2	0,5
		0001289571317	2	0,5
		0001289820704	2	0,5
		1172583129109	4	0,3
		1172849601859	4	0,3
		1173093032875	2	0,5
		1173780543312	2	0,5
		1173882486640	2	0,5
		1180456089615	4	0,3
		1180519658046	5	0,3
		1183029093828	2	0,5
		1184255936107	2	0,5
		1184933098500	5	0,3
		1185291531906	2	0,5
		1185298464671	2	0,5
		1185369701312	8	0
		1185370640265	2	0,5
		1185436872562	3	0,4
		1267609613589	2	0,5
		1268391304488	3	0,4
		1268392213443	2	0,5
		1268404153870	2	0,5
		1273743716391	2	0,5
		1273765150013	2	0,5
		1274094650011	2	0,5
		1276675550416	4	0,3
		1276676581871	2	0,5
		1276779791506	3	0,4
		1276789662160	3	0,4
		1277203058188	2	0,5
		1280503618296	2	0,5
		1280504149250	2	0,5
		1280504602656	2	0,5
		1283156824937	2	0,5
		1283157972937	2	0,5
		1283164098968	2	0,5

		1283177737703	3	0,4
		1283182397484	7	0,1
		1283182954703	5	0,3
		1283183182171	2	0,5
		1283184391265	5	0,3
		1283184935187	3	0,4
		1283253203812	3	0,4
		1283253815031	2	0,5
		1283266412328	2	0,5
		1283331624359	2	0,5
		1283332123093	8	0
		1283332613453	5	0,3
		1283332919140	2	0,5
		1283424158609	3	0,4
		1283424624328	2	0,5
		1283433188156	2	0,5
		1283434242281	2	0,5
		1283434403062	4	0,3
		1283434822312	5	0,3
		1283503457906	2	0,5
		1283520794406	5	0,3
		1283521341281	2	0,5
		1283939420968	4	0,3
		1284047941281	5	0,3
		1284105709343	4	0,3
		1284106006062	4	0,3
		1283434822312	5	0,3
		1283503457906	2	0,5
		1283520794406	5	0,3
		1283521341281	2	0,5
		1283939420968	4	0,3
		1284047941281	5	0,3
		1284105709343	4	0,3
		1284106006062	4	0,3
		1284369523750	2	0,5
		1284369861609	5	0,3
		1284387047953	8	0
		1284387482171	2	0,5
		1285774219171	2	0,5
		1285774421859	2	0,5
		1290419317855	2	0,5
		1290435134017	2	0,5
		1290436302778	2	0,5
		1290436810795	2	0,5
		1290437256741	2	0,5
		1290437697089	2	0,5
		1290437929723	2	0,5
		1290611757484	2	0,5
		1290617145307	2	0,5

Quanto appena visto nel caso del Tempo di reazione è stato prodotto anche per i dati relativi al Lead Time.

In entrambi i casi sono stati riportati anche i confronti in termini percentuali, con relativi grafici dai quali si evince ancor più intuitivamente la stabilità dei tempi di esecuzione dei processi.

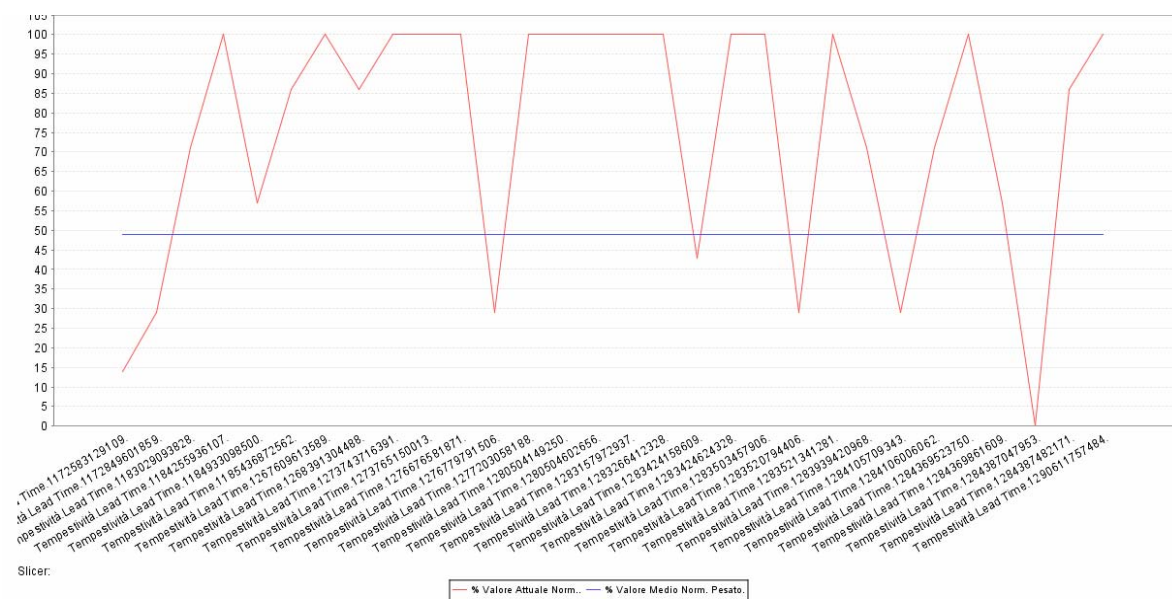
Lead Time:

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	Valore Attuale	Valore Attuale Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	1172583129109	8	0
		1172849601859	7	0,1
		1183029093828	4	0,2
		1184255936107	2	0,3
		1184933098500	5	0,2
		1185436872562	3	0,3
		1267609613589	2	0,3
		1268391304488	3	0,3
		1273743716391	2	0,3
		1273765150013	2	0,3
		1276676581871	2	0,3
		1276779791506	7	0,1
		1277203058188	2	0,3
		1280504149250	2	0,3
		1280504602656	2	0,3
		1283157972937	2	0,3
		1283266412328	2	0,3
		1283424158609	6	0,1
		1283424624328	2	0,3
		1283503457906	2	0,3
		1283520794406	7	0,1
		1283521341281	2	0,3
		1283939420968	4	0,2
		1284105709343	7	0,1
		1284106006062	4	0,2
		1284369523750	2	0,3
		1284369861609	5	0,2
		1284387047953	9	0
		1284387482171	3	0,3
		1290611757484	2	0,3

<u>Tempi di Reazione %:</u>

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	% Valore Attuale Norm.	% Valore Medio Norm. Pesato
Flessibilità	Tempo di Reazione	0001288106729	67	83
		0001289384997	100	83
		0001289386230	83	83
		0001289495647	100	83
		0001289497395	100	83
		0001289552615	100	83
		0001289553389	100	83
		0001289554097	100	83
		0001289554918	100	83
		0001289555070	67	83
		0001289558299	100	83
		0001289558496	100	83
		0001289559022	100	83
		0001289561338	100	83
		0001289571317	100	83
		0001289820704	100	83
		1172583129109	67	83
		1172849601859	67	83
		1173093032875	100	83
		1173780543312	100	83
		1173882486640	100	83
		1180456089615	67	83
		1180519658046	50	83
		1183029093828	100	83
		1184933098500	50	83
		1185291531906	100	83
		1185298464671	100	83
		1185369701312	0	83
		1185370640265	100	83
		1185436872562	83	83
		1267609613589	100	83
		1268391304488	83	83
		1268392213443	100	83
		1268404153870	100	83
		1273743716391	100	83
		1273765150013	100	83
		1274094650011	100	83
		1276675550416	67	83
		1276676581871	100	83
		1276779791506	83	83
		1276789662160	83	83
		1277203058188	100	83
		1280503618296	100	83
		1280504149250	100	83
		1280504602656	100	83
		1283156824937	100	83
		1283157972937	100	83
		1283164098968	100	83
		1283177737703	83	83
		1283182397484	17	83
		1283182954703	50	83
		1283182397484	17	83
		1283182954703	50	83
		1283183182171	100	83
		1283184391265	50	83
		1283184935187	83	83
		1283253203812	83	83
		1283253815031	100	83
		1283266412328	100	83
		1283331624359	100	83
		1283332123093	0	83
		1283332613453	50	83
		1283332919140	100	83
		1283424158609	83	83
		1283424624328	100	83
		1283433188156	100	83
		1283434242281	100	83
		1283434403062	67	83
		1283434822312	50	83
		1283503457906	100	83
		1283520794406	50	83
		1283521341281	100	83
		1283939420968	67	83
		1284047941281	50	83
		1284105709343	67	83
		1284106006062	67	83
		1284369523750	100	83

		1284369861609	50	83
		1284387047953	0	83
		1284387482171	100	83
		1285774219171	100	83
		1285774421859	100	83
		1290419317855	100	83
		1290435134017	100	83
		1290436302778	100	83
		1290436810795	100	83
		1290437256741	100	83
		1290437697089	100	83
		1290437929723	100	83
		1290611757484	100	83
		1290617145307	100	83

Lead Time %:

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	% Valore Attuale Norm.	% Valore Medio Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	1172583129109	14	49
		1172849601859	29	49
		1183029093828	71	49
		1184255936107	100	49
		1184933098500	57	49
		1185436872562	86	49
		1267609613589	100	49
		1268391304488	86	49
		1273743716391	100	49
		1273765150013	100	49
		1276676581871	100	49
		1276779791506	29	49
		1277203058188	100	49
		1280504149250	100	49
		1280504602656	100	49
		1283157972937	100	49
		1283266412328	100	49
		1283424158609	43	49
		1283424624328	100	49
		1283503457906	100	49
		1283520794406	29	49
		1283521341281	100	49
		1283939420968	71	49
		1284105709343	29	49
		1284106006062	71	49
		1284369523750	100	49
		1284369861609	57	49
		1284387047953	0	49
		1284387482171	86	49
		1290611757484	100	49

A questo punto, analizzando i dati ottenuti nell’ambiente reale, si nota che il “***Lead Time”*** ha un ***Valore Medio Normalizzato Pesato % pari a 49*** rispetto ad un ***Valore Medio Normalizzato Pesato % di 83*** della metrica ***“Tempo di reazione”***.

Ricordando che per la normalizzazione realizzata, tanto peggiori sono le performance del processo progettato ed implementato quanto minore è il valore ottenuto per gli indicatori (Tempo di reazione e Lead Time), ne consegue che **il processo di gestione dell'ordine, così come è stato inizialmente disegnato ed implementato, è risultato poco performante nella parte finale di consegna al cliente**.

In altri termini, nel primo disegno del processo è stata prevista come attività finale l'acquisizione manuale della notifica da parte del buyer dell'avvenuta consegna della merce.

Automatizzando tale task di acquisizione (il sistema effettua una chiamata al web services esposto dal modulo FOODSYS Track per determinare automaticamente l'arrivo della merce e quindi evitando l'aggiornamento manuale) si è ottenuto un miglioramento del *Lead Time* che si è attestato su un *Valore Medio Normalizzato Pesato % pari a 54.*

La piattaforma, sulla base della sua configurabilità a *run-time*, ha consentito, *work in progress*, di rivedere alcuni aspetti critici del processo di gestione dell'ordine, ***individuando e modificando la sezione relativa al sotto processo di consegna ordine.***

A questo punto non resta che mettere a confronto le varie misurazioni:

Risultati del confronto

LEAD TIME ORTOREALE

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	Valore Attuale	Valore Attuale Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	1103	7	0,3
		1104	12	0,2
		1105	37	0,1
		1106	9	0,3
		1107	5	0,3
		1108	4	0,3
		1109	17	0,2
		1110	47	0
		1111	22	0,2
		1112	5	0,3
		1113	42	0
		1114	29	0,1
		1115	22	0,2

LEAD TIME FOODSYS

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	Valore Attuale	Valore Attuale Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	1172583129109	8	0
		1172849601859	7	0,1
		1183029093828	4	0,2
		1184255936107	2	0,3
		1184933098500	5	0,2
		1185436872562	3	0,3
		1267609613589	2	0,3
		1268391304488	3	0,3
		1273743716391	2	0,3
		1273765150013	2	0,3
		1276676581871	2	0,3
		1276779791506	7	0,1

Analizzando i risultati delle misurazioni, rappresentati dai numeri dei grafici tabellari e dall'altezza delle colonne degli istogrammi, è evidente una sostanziale differenza in termini numerici e di andamento dei valori.

Osservando gli istogrammi notiamo che, nel grafico di sinistra relativo all'azienda Ortoreale, vi sono frequenti oscillazioni dei valori di Lead Time, mentre nel secondo grafico, fatta eccezione per alcuni picchi, i valori risultano pressoché costanti.

L’andamento costante è indice di stabilità dei tempi di gestione dei processi e si deduce che l’utilizzo della piattaforma FOODSYS consente di ottenere questa maggiore stabilità.

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	% Valore Attuale Norm.	% Valore Medio Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	1103	91	46
		1104	80	46
		1105	23	46
		1106	86	46
		1107	95	46
		1108	98	46
		1109	68	46
		1110	0	46
		1111	57	46
		1112	95	46
		1113	11	46
		1114	41	46
		1115	57	46

			Measures	
Categoria	Performance	Numero Ordine	% Valore Attuale Norm.	% Valore Medio Norm. Pesato
Tempestività	Lead Time	1172583129109	14	49
		1172849601859	29	49
		1183029093828	71	49
		1184255936107	100	49
		1184933098500	57	49
		1185436872562	86	49
		1267609613589	100	49
		1268391304488	86	49
		1273743716391	100	49
		1273765150013	100	49
		1276676581871	100	49
		1276779791506	29	49

Per rafforzare quanto già detto si analizzano anche gli altri grafici sopra riportati. Osservando i valori ottenuti negli schemi tabellari si nota che il Lead Time per i processi gestiti dalla piattaforma FOODSYS ha un valore pari a 49 rispetto al 46 di Ortoreale. Ciò è indice di migliori performance ottenute per i processi gestiti da FOODSYS. *La fase di discovery* ***semantica*** *dei fornitori, basata sull’utilizzo delle caratteristiche di qualità del prodotto definite con l’ausilio del modulo e-QFD, è un grosso valore aggiunto nella riduzione dei tempi di esecuzione del processo di selezione del giusto fornitore.*

Tale differenza aumenta significativamente se si considera il confronto con il processo FOODSYS corretto a run-time, che, si ricorda, ha permesso di elevare il valore del Lead Time a 54.

Queste differenze possono a primo impatto sembrare minime, ma, se si considera che i confronti sono fatti con valori normalizzati, diventa evidente che il miglioramento ottenibile può essere ritenuto significativo.

In altri termini, dai grafici riportati, è evidente uno dei maggiori risultati ottenuti, rappresentato dalla riduzione dei tempi (Tempo di reazione e Lead Time) di evasione degli ordini, sia attivi sia passivi; è altrettanto evidente come questo risultato si traduca ***a beneficio della qualità del prodotto*** (che è l’obiettivo principale da raggiungere).

Con riferimento all’ambiente simulato, si nota che dalla lettura e dal confronto dei parametri risultano ancora differenze più o meno elevate, in quanto molto tempo viene perduto nelle fasi di trasporto.

In conclusione, gli automatismi e le integrazioni realizzate dalla piattaforma, la sua capacità di gestire questa rete di relazioni, di distribuire le informazioni che ne scaturiscono e di trasformarle in conoscenza, fa in modo che l’azienda diventi “estesa”. La forza di un’azienda “estesa”, ottenuta con la condivisione e la collaborazione tra i componenti della catena, garantisce/si traduce in stabilità, efficienza ed efficacia dei processi.

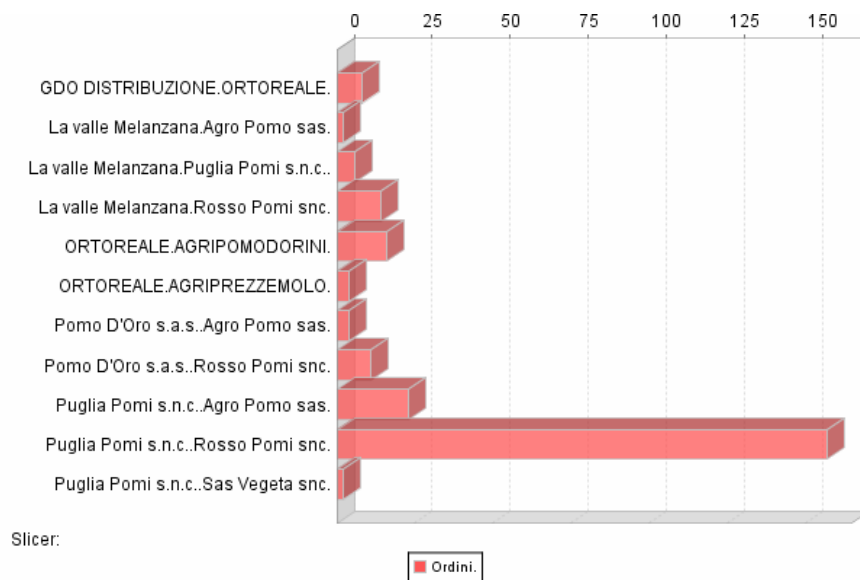
In generale, comunque, le variazioni sugli indicatori di prestazioni di primo livello offrono un quadro sintetico dei benefici e dei costi delle diverse implementazioni, consentendo valutazioni strategiche che nel caso specifico evidenziano l’importanza di modificare il sotto processo di consegna dell’ordine e di prevedere un sistema di collaborazione con i fornitori, dal momento che questa soluzione produce non solo maggiore efficacia ma anche un recupero significativo dei costi.

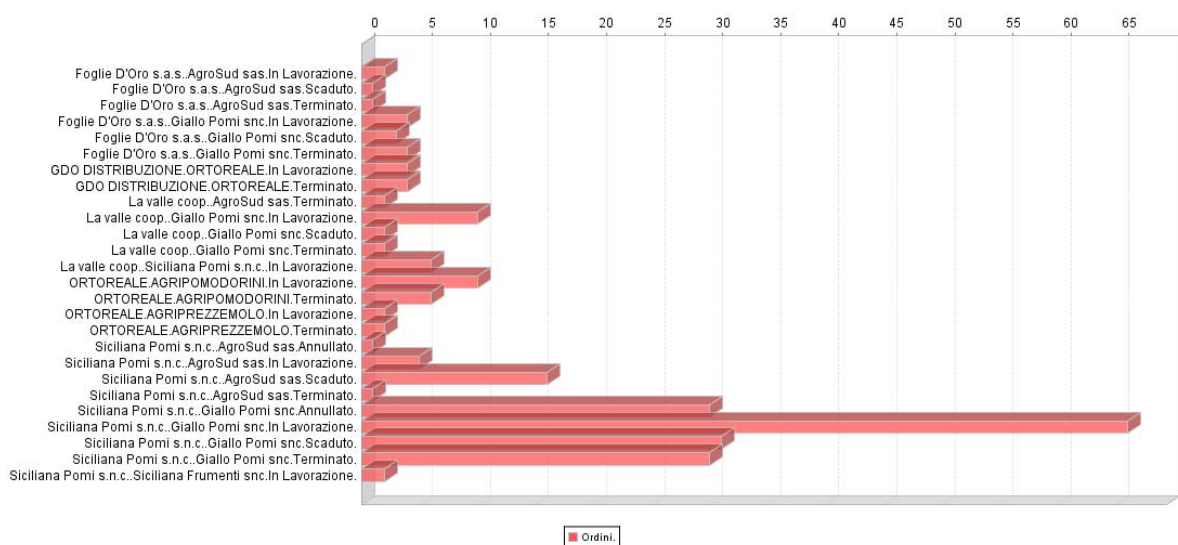
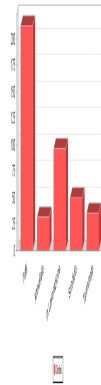
Questa conclusione può apparire ovvia se si considera il peso dell’approvvigionamento nel processo di evasione di una commessa. L’analisi d’impatto consente però di sostanziare questa valutazione con dati quantitativi, risultato di un’analisi dettagliata dei processi della supply chain e delle relative prestazioni.

Ulteriori misurazioni in ambienti simulati

Si riportano alcuni risultati ottenuti monitorando la gestione dell'ordine in un ambiente simulato con attori indicati nelle tabelle.

La somma degli ordini eseguiti dai vari buyer:

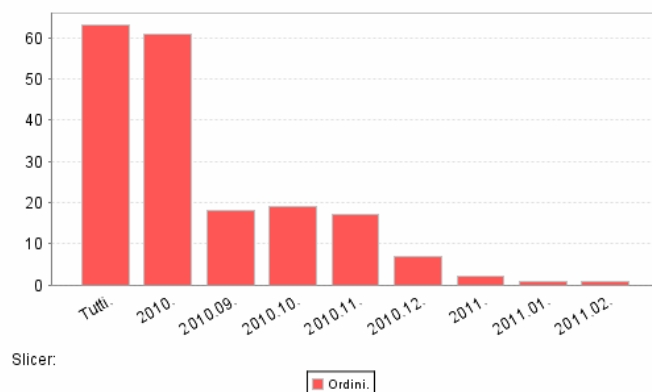
		Measures
Buyer	Seller	Ordini
GDO DISTRIBUZIONE	ORTOREALE	8
La valle Melanzana	Agro Pomo sas	2
	Puglia Pomi s.n.c.	6
	Rosso Pomi snc	14
ORTOREALE	AGRIPOMODORINI	16
	AGRIPREZZEMOLO	4
Pomo D'Oro s.a.s.	Agro Pomo sas	4
	Rosso Pomi snc	11
Puglia Pomi s.n.c.	Agro Pomo sas	23
	Rosso Pomi snc	157
	Sas Vegeta snc	2

Il numero totale degli ordini con relativo esito con riferimento al buyer emittente e al seller ricevente:

Buyer	Seller	Esito	Ordini
Foglie D'Oro s.a.s.	AgroSud sas	In Lavorazione	2
		Scaduto	1
		Terminato	1
	Giallo Pomi snc	In Lavorazione	4
		Scaduto	3
		Terminato	4
GDO DISTRIBUZIONE	ORTOREALE	In Lavorazione	4
		Terminato	4
La valle coop.	AgroSud sas	Terminato	2
	Giallo Pomi snc	In Lavorazione	10
		Scaduto	2
		Terminato	2
	Siciliana Pomi s.n.c.	In Lavorazione	6
ORTOREALE	AGRIPOMODORINI	In Lavorazione	10
		Terminato	6
	AGRIPREZZEMOLO	In Lavorazione	2
		Terminato	2
Siciliana Pomi s.n.c.	AgroSud sas	Annullato	1
		In Lavorazione	5
		Scaduto	16
		Terminato	1
	Giallo Pomi snc	Annullato	30
		In Lavorazione	66
		Scaduto	31
		Terminato	30
	Siciliana Frumenti snc	In Lavorazione	2

La somma degli ordini per ciascun esito:

A titolo esemplificativo, sono stati infine prodotti una serie di Report Statistici ottenuti dall' elaborazione dei dati forniti dall'azienda Ortoreale.

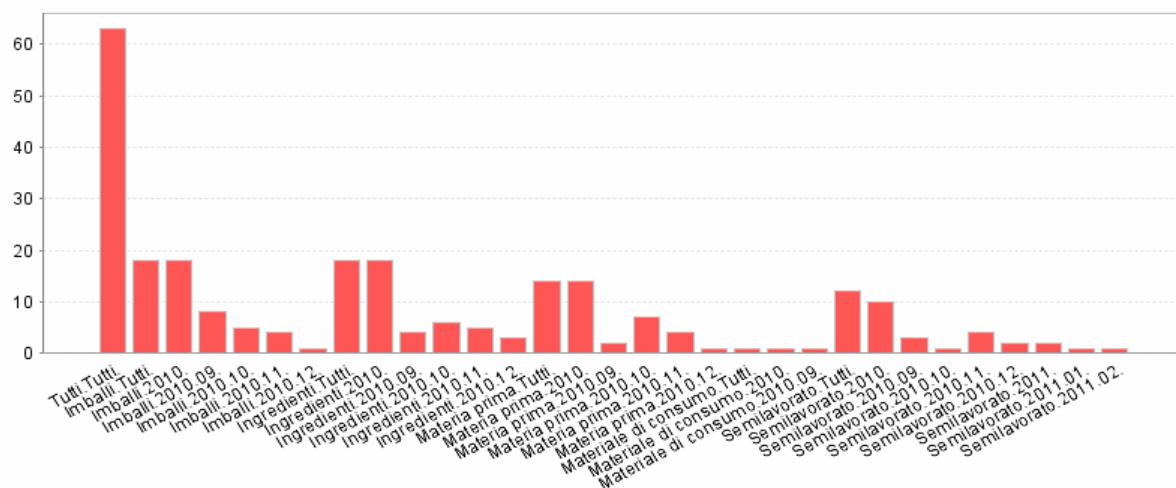
Di seguito in modo analogo riportiamo il Numero Ordini raggruppati per data emissione (ricavati dalla SCM Ortoreale):

	Measures
Data Emissione	Ordini
−Tutti	63
−2010	61
+09	18
+10	19
+11	17
+12	7
−2011	2
+01	1
+02	1

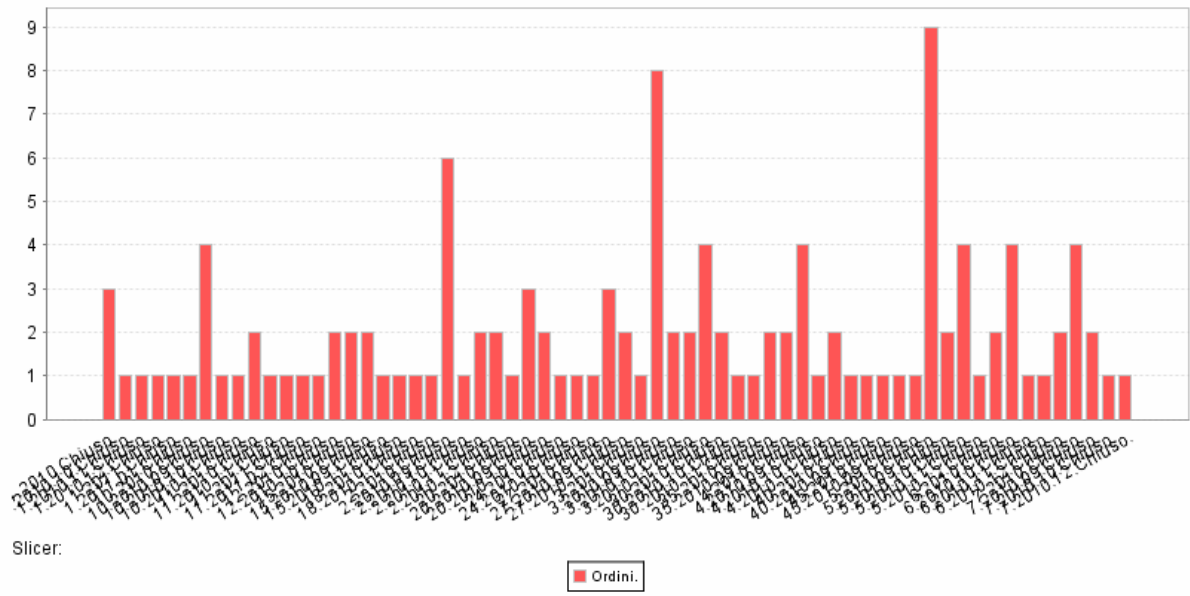
Slicer:

Slicer:

Ordini.

Numero Ordini raggruppati per Tipologia Prodotto e data emissione ordine

		Measures
Prodotto	Data Emissione	Ordini
−Tutti	+Tutti	63
Imballi	−Tutti	18
	−2010	18
	+09	8
	+10	5
	+11	4
	+12	1
Ingredienti	−Tutti	18
	−2010	18
	+09	4
	+10	6
	+11	5
	+12	3
Materia prima	−Tutti	14
	−2010	14
	+09	2
	+10	7
	+11	4
	+12	1
Materiale di consumo	−Tutti	1
	−2010	1
	+09	1
Semilavorato	−Tutti	12
	−2010	10
	+09	3
	+10	1
	+11	4
	+12	2
	−2011	2
	+01	1
	+02	1

Ordini raggruppati per Tempo di Evasione, Data di Emissione e Stato:

			Measures
Tempo Evasione	Data Emissione	Stato	Ordini
1	-2010	Chiuso	3
	+10	Chiuso	1
	+11	Chiuso	1
	+12	Chiuso	1
	-2011	Chiuso	1
	+01	Chiuso	1
10	-2010	Chiuso	4
	+09	Chiuso	1
	+10	Chiuso	1
	+11	Chiuso	2
11	-2010	Chiuso	1
	+11	Chiuso	1
	-2011	Chiuso	1
	+02	Chiuso	1
12	-2010	Chiuso	2
	+10	Chiuso	2
15	-2010	Chiuso	2
	+09	Chiuso	1
	+11	Chiuso	1
18	-2010	Chiuso	1
	+11	Chiuso	1
2	-2010	Chiuso	6
	+09	Chiuso	1
	+10	Chiuso	2
	+11	Chiuso	2
	+12	Chiuso	1
20	-2010	Chiuso	3
	+09	Chiuso	2
	+10	Chiuso	1
24	-2010	Chiuso	1
	+10	Chiuso	1
27	-2010	Chiuso	3
	+09	Chiuso	2
	+11	Chiuso	1
3	-2010	Chiuso	8
	+09	Chiuso	2
	+10	Chiuso	2
	+11	Chiuso	4
30	-2010	Chiuso	2
	+10	Chiuso	1
	+11	Chiuso	1
35	-2010	Chiuso	2
	+09	Chiuso	2
4	-2010	Chiuso	4
	+09	Chiuso	1
	+10	Chiuso	2
	+11	Chiuso	1

40	-2010	Chiuso	1
	+09	Chiuso	1
45	-2010	Chiuso	1
	+09	Chiuso	1
5	-2010	Chiuso	9
	+09	Chiuso	2
	+10	Chiuso	4
	+11	Chiuso	1
	+12	Chiuso	2
6	-2010	Chiuso	4
	+10	Chiuso	1
	+11	Chiuso	1
	+12	Chiuso	2
7	-2010	Chiuso	4
	+09	Chiuso	2
	+10	Chiuso	1
	+12	Chiuso	1

PARTE II

APPROFONDIMENTO SULLO STUDIO MODELLO PER LA GESTIONE DELLE TRANSAZIONI E DELLE ECCEZIONI IN UN CONTESTO SOA (SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE)

(Engineering.IT)

1.1.1 Le tecnologie e gli standard

In un processo che prevede l'interazione tra diverse entità applicative sono richieste alcune garanzie di sicurezza ed affidabilità del sistema di comunicazione utilizzato. In un ambiente caratterizzato da una grande varietà di protocolli utilizzati per scambiare messaggi ed informazioni, nonché da meccanismi di comunicazione essenzialmente asincroni e non affidabili, e in generale da una diffusa eterogeneità, fornire tali garanzie può essere una sfida impegnativa. Anche la sincronizzazione delle attività che vengono svolte all'interno dei singoli partecipanti al processo deve essere gestita tenendo conto della natura dello scenario dove avviene la comunicazione (ad esempio il Web); queste attività spesso devono essere viste come un'unica componente logica di lavoro che presenti un solo risultato visibile all'esterno, cioè devono essere viste come una *Business Transaction*.

Il termine ***B****usiness* ***T****ransaction* (BT) indica un cambiamento consistente nello stato di un processo condotto tra diverse organizzazioni. Il concetto di transazione è molto diffuso nella gestione di grandi collezioni di dati; un sistema di gestione di basi di dati, ad esempio, conduce le transazioni in modo da garantire la consistenza dei data records anche quando vengono eseguite più operazioni in concorrenza su di essi. In generale le proprietà delle transazioni sono conosciute come *proprietà ACID*, cioè che assicurano *Atomicità*, *Consistenza*, *Isolamento* e *Persistenza* (*Durabilità*).

Le crescenti necessità di fornire informazioni aggiornate hanno portato ad una veloce integrazione dell'ambiente Web con quello delle basi di dati. Una BT richiede le stesse proprietà ma, in un ambiente profondamente diverso da quello di un database, le problematiche da affrontare sono di altro tipo. Comunemente le transazioni vengono realizzate tramite protocolli di tipo *Two* ***P****hase* ***C****ommit* (2PC), ma nel mondo degli e-Service si incontrano alcuni problemi che impediscono di utilizzare tali protocolli in tutte le circostanze. Una BT può avere, infatti, una durata molto lunga (anche di ore o giorni se l'esito della transazione deve dipendere da decisioni umane) e un'organizzazione difficilmente accetterebbe di vedere le proprie risorse bloccate per tutto questo tempo, sia perché ciò impedirebbe rapporti con altri clienti che vogliono accedere a quelle risorse, sia perché esporrebbe a facili attacchi di *Denial of Service* da parte di pirati informatici.

Un *Business Transaction Framework* (BTF) deve quindi essere costruito al di sopra di una piattaforma per l'orchestrazione di e-Services e deve fornire principalmente:

- un *business transaction model* per definire transazioni a lungo termine, transazioni a breve termine, gestione delle eccezioni e meccanismi di compensazione
- un set di protocolli di coordinamento (*coordination protocols*) che permettano di gestire le operazioni eseguite dai vari e-Services e creare il contesto necessario per propagare dati e informazioni tra questi. Inoltre i protocolli di coordinamento permettono di nascondere l'eterogeneità delle tecnologie utilizzate dagli e-Services garantendo un'alta interoperabilità
- un supporto per protocolli di business (*business protocols*), cioè protocolli che definiscano l'ordine con cui i partner si scambiano messaggi e che colgano ogni altro aspetto comportamentale del

processo. Protocolli di questo tipo possono anche servire ai partner per scambiarsi informazioni prima di effettuare la transazione e per prendere accordi sulle modalità di esecuzione

1.1.1.1 Business Transaction Model

Un requisito importante affinché si possa raggiungere una automazione nei processi di business è la capacità di descrivere gli aspetti di collaborazione dei processi di business, come ad esempio gli obblighi reciproci e lo scambio di risorse, in un formato standard che possa essere compreso da strumenti per l'implementazione ed il monitoraggio dei processi di business.

Questa necessità porta al concetto di un *business transaction model*, che comprende un insieme di funzioni transazionali e varie attività primitive standard e le convenzioni che possono essere utilizzate per sviluppare applicazioni di business.

Al centro del business transaction model c'è ovviamente il concetto di business transaction. Le transazioni hanno origine dal business-domain in cui una transazione rappresenta uno scambio di qualunque tipo di elementi materiali e non, quali denaro, documenti, informazioni, servizi e così via.

Con particolare riferimento all'ambito delle basi di dati, una transazione deve essere caratterizzata da quattro proprietà abbreviate con la sigla *ACID*:

- ***A****tomicità* - Tutte le operazioni che compongono una transazione sono eseguite con successo, oppure non deve essere eseguita nessuna operazione. Se venisse eseguita solo una parte delle operazioni che compongono una transazione, potrebbe risultare compromesso l'intento stesso della transazione. L'atomicità elimina la possibilità di elaborazione soltanto di una parte delle operazioni

- ***C****onsistenza* - L'insieme delle operazioni eseguite non deve violare eventuali vincoli di integrità dei dati elaborati e deve quindi lasciare lo stato del sistema in una situazione consistente. L'esecuzione di una transazione trasforma uno stato coerente di dati in un altro stato coerente di dati

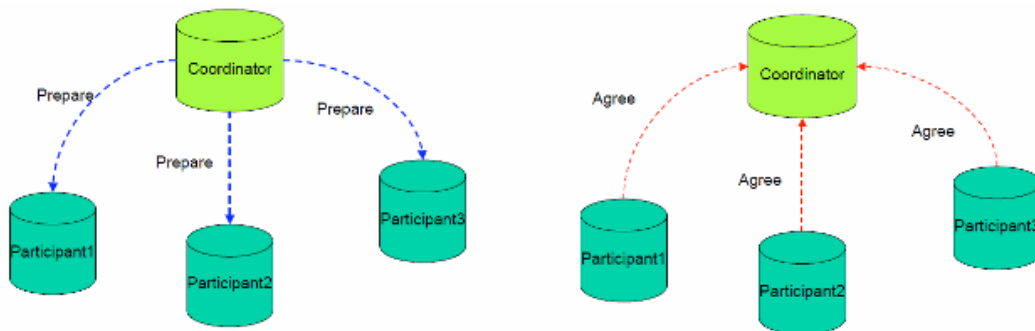
- ***I****solamento* - L'esecuzione di ogni transazione deve risultare isolato e indipendente da altre transazioni. L'effetto delle operazioni che compongono una transazione non deve essere visibile a oggetti esterni alla transazione fino a quando questa non sia completata. Per l'isolamento è necessario che ciascuna transazione sembri essere l'unica a manipolare l'archivio dati, anche se è possibile che altre transazioni siano in esecuzione nello stesso momento.

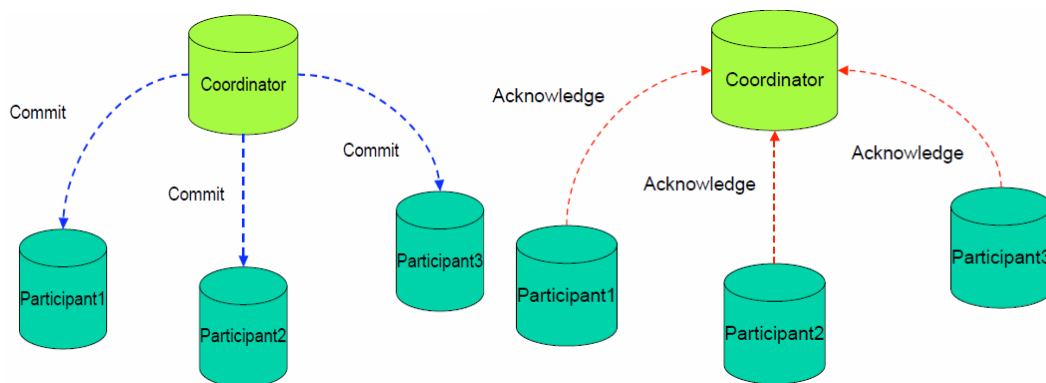
- *Persistenza* (***D****urability*) - Gli effetti della transazione devono essere durevoli e rimanere anche dopo il termine della transazione, dunque devono essere memorizzati su un supporto sicuro (tipicamente un disco).

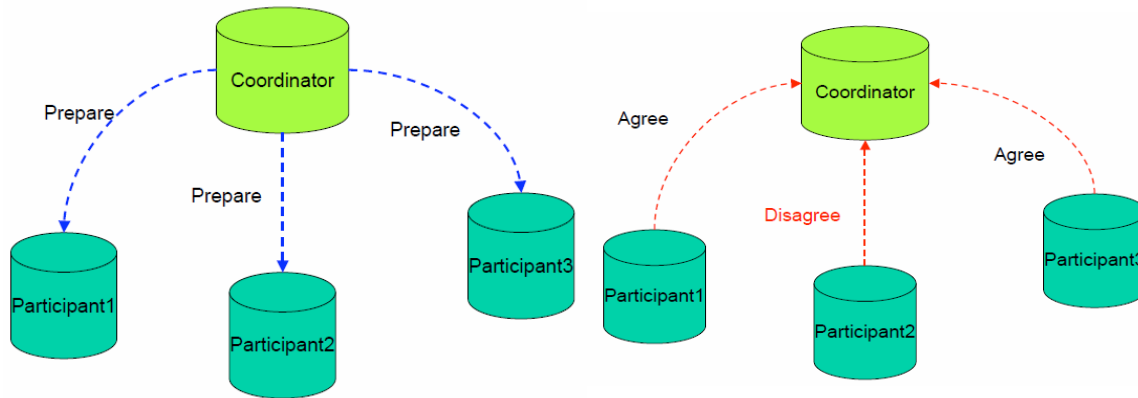
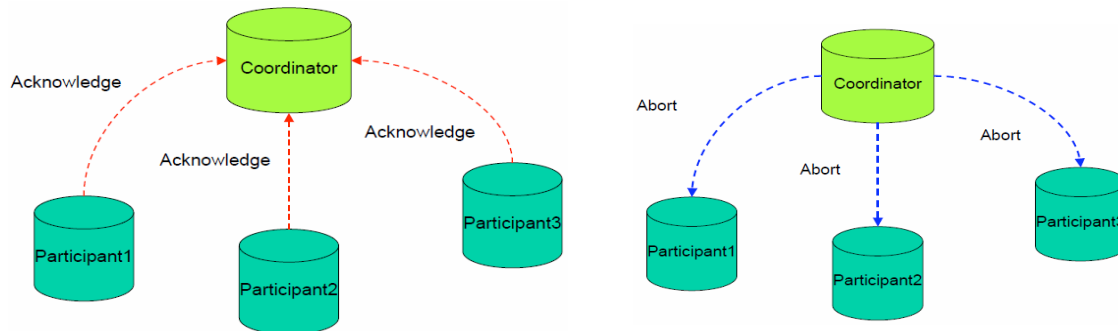
Riassumendo, quindi, le operazioni interne ad una transazione devono essere eseguite come un'unica operazione indivisibile (atomicità), nel rispetto dei vincoli stabiliti in precedenza (consistenza), senza l'influenza di altre eventuali transazioni eseguite contemporaneamente (isolamento) e con un risultato duraturo nel tempo (persistenza).

L'approccio più diffuso per garantire le proprietà ACID è l'uso di un protocollo ***T****wo* ***P****hase* ***C****ommit* (2PC), un protocollo che, con un buon grado di sicurezza ed efficienza, consente la coordinazione dei partecipanti alla transazione e dunque il rispetto della proprietà di atomicità. Il protocollo two phase commit prevede la presenza di un coordinatore che dialoga con le applicazioni che devono eseguire la transazione garantendone la correttezza di esecuzione. A tal

proposito vengono scambiati una serie di messaggi con una precisa semantica tra il richiedente della transazione e gli esecutori.

Nella prima fase, quando tutte le applicazioni sono state informate delle operazioni da svolgere, il coordinatore invia un messaggio *prepare* a fronte del quale le applicazioni bloccano le risorse coinvolte nella transazione ed eseguono le operazioni, senza però renderle definitive (*commit*). In base al risultato ottenuto esse comunicano al coordinatore la loro capacità di eseguire correttamente il commit.

Fase 1 - Protocollo two-phase commit in caso di successo

Il coordinatore quindi riceve queste comunicazioni dai partecipanti e, se tutti possono completare la transazione con successo, invia un messaggio di commit per far sì che i cambiamenti vengano resi persistenti e le risorse vengano rilasciate.

Fase 2 - Protocollo two-phase commit in caso di successo

Se anche soltanto un partecipante non è in grado di svolgere il suo compito, il coordinatore invia un messaggio di *abort* per tornare allo stato preesistente.

Fase 1 - Protocollo two-phase commit in caso di fallimento

Fase 2 - Protocollo two-phase commit in caso di fallimento

Se durante lo svolgimento della transazione dovessero verificarsi degli errori di comunicazione o dei crash dei partecipanti, la convenzione generale è che ogni comunicazione attenda una risposta entro un certo timeout, scaduto il quale la transazione si considera abortita.

Riassumendo, quindi, in caso di successo tutti i servizi rendono i risultati delle loro operazioni permanenti (commit) oppure, in caso di fallimento, annullano (*compensate*, *roll-back*) le operazioni che hanno invocato durante la transazione. Utilizzando questo protocollo, poiché tutti i partecipanti eseguono nella seconda fase ciò che hanno verificano di poter fare nella prima, la transazione risulterà atomica.

Questo tipo di transazioni comporta però che le varie operazioni siano strettamente accoppiate e che si verifichino tra i sistemi tra i quali c'è una relazione di fiducia. Anche se sono estremamente affidabili, le classiche transazioni ACID non sono adatte ad ambienti con debole accoppiamento come quello delle transazioni basate su web service.

Un meccanismo comunemente adottato per il rispetto delle proprietà atomicità e isolamento è quello dell'acquisizione delle risorse in maniera esclusiva (*locking*). Per poter raggiungere un consenso comune il protocollo *two phase commit* è un protocollo bloccante, dopo la prima fase i vari partecipanti devono mantenere bloccate le proprie risorse fino a quando non ricevono dal coordinatore i messaggi relativi alla seconda fase e in questo periodo di tempo tali risorse non sono quindi disponibili per altre transazioni.

I sistemi commerciali odierni, sia per minimizzare la probabilità di inconvenienti sia per limitare la degradazione delle performance concorrenti conseguente al locking delle risorse, utilizzano l'unica strategia possibile cercando di ridurre al minimo la durata della finestra di incertezza, cioè del tempo che passa da quando un partecipante comunica di essere pronto per il commit a quando riceverà la decisione globale del coordinatore. Introducendo un adeguato timeout il coordinatore, se non dovesse ricevere qualche risposta entro il tempo prefissato, deciderà per un abort globale, affinché almeno i partecipanti senza problemi possano liberare le proprie risorse.

Oggi le transazioni coprono attività in molti dei settori in cui le varie organizzazioni sono impegnate, quali ad esempio richieste di preventivi, esecuzione di una supply chain, acquisti, produzione, e così via.

Una *business transaction* (BT) è definita come una interazione di scambio tra più parti che mira a realizzare un obiettivo condiviso, che si estende su un periodo di tempo anche lungo, che determina un cambiamento nello stato del sistema e che si conclude con successo solo con il riconoscimento delle conclusioni concordate tra le parti interagenti.

Grazie al transaction model, una BT può essere vista come uno script che indica la composizione e l'interazione dei processi e degli oggetti richiesti per raggiungere un risultato comune. A tempo di esecuzione (*run-time*), un Business Transaction Framework stabilirà quali sono i confini di una BT, gestirà il flusso dei dati e del controllo del processo e si troverà a dover distinguere tra e-Service atomici (ossia che garantiscono l'atomicità delle operazioni svolte) e non atomici, per prendere decisioni che assicurino il corretto svolgimento della transazione.

Consistenza e persistenza sono due proprietà che possono essere mantenute senza particolari difficoltà anche nel mondo degli e-Service. L'isolamento invece in alcune circostanze deve essere necessariamente rilassato e permettere una certa interazione con l'esterno anche durante lo svolgimento della transazione. La proprietà più importante e difficile da mantenere è però l'atomicità. Senza atomicità le applicazioni che vogliono concludere una transazione sarebbero costrette ad inviare una grande quantità di messaggi per far fronte adeguatamente ad ogni possibile situazione di errore.

La tabella seguente riassume le differenze tra le transazioni tradizionali e quelle di business relativamente alle proprietà ACID.

Proprietà	Transazioni tradizionali	Transazioni di business
Atomicità	Richiesta tutte le operazioni o nessuna	A volte può essere desiderabile in altre occasioni può essere applicata solo a un sottoinsieme di funzionalità
Consistenza	Richiesta	Richiesta
Isolamento	Richiesta; il cambiamento di stato non è visibile fino al completamento della transazione.	Rilassata ciascun servizio controlla il grado di visibilità

Persistenza	Richiesta	Richiesta, ma basata sulla proprietà di atomicità; alcune parti possono essere volatili.

Proprietà delle transazioni tradizionali e di quelle di business

Di seguito vengono analizzati alcuni motivi per i quali si è ormai diffusa l'idea di rilassare i vincoli imposti dalle proprietà ACID quando si ha a che fare con delle BT che spaziano tra i domini di più organizzazioni diverse.

5) *Indipendenza tra i servizi*

Il contesto delle transazioni di business è per molti versi diverso da quello delle transazioni tradizionali. Le transazioni di business prevedono interazioni che si estendono su domini multipli, ovvero tra sistemi appartenenti a domini di business distinti e, in molti casi, si svolgono nell'ambiente dei Web Services.

Una delle due caratteristiche salienti dei Web Services, però, è proprio quella dell'interoperabilità, la cui massima forma si esplica in un contesto di servizi indipendenti e debolmente accoppiati. Un partecipante ad una transazione non vorrà essere sottoposto a troppi vincoli che siano imposti dall'esterno al proprio dominio di business, a meno che questi non siano strettamente necessari per l'esecuzione della propria logica di business.

Un partecipante non deve necessariamente essere vincolato dall'atomicità, ma deve poter fornire un servizio in cui tale caratteristica sia rilassata in maniera consona alle proprie possibilità ed esigenze.

- *Transazioni a breve e a lungo termine*

Quando si parla di transazioni di business si distingue tra transazioni a breve termine, o atomiche, e transazioni a lungo termine.

Le BT a breve termine, o BT atomiche, sono costituite da interazioni su scala ridotta che possono essere eseguite garantendo le proprietà ACID in modo molto simile alle transazioni classiche. Le BT a breve termine devono essere effettuate in modo atomico, come se fossero una sola operazione; le varie operazioni di una transazione devono quindi o andare tutte a buon fine o fallire tutte. Inoltre, finché la transazione non ha completato l'esecuzione di tutte le operazioni che la compongono, non deve essere visibile all'esterno della transazione stessa nessuno degli effetti delle operazioni già eseguite.

Una BT atomica vedrà come unico risultato o un *commit* o un *abort*; in caso di abort è garantito il ritorno allo stato iniziale o tramite *roll-back* o tramite una compensazione completa.

Le BT a lungo termine, o semplicemente BT, possono essere viste invece come un insieme di BT, sia a breve termine che a lungo termine, legate da una logica di business. Spesso infatti l'esecuzione di una transazione richiede numerose interazioni con l'utente o con processi intermedi che vanno anche al di fuori dell'applicazione e la sua durata potrebbe protrarsi a lungo nel tempo.

Per transazioni di questo tipo l'utilizzo del classico protocollo two-phase commit non è assolutamente consigliato. L'ambiente Web è caratterizzato da comunicazioni asincrone e non affidabili; in un ambiente di questo tipo il coordinatore non può essere certo del tempo impiegato da un partecipante a rispondere ai suoi messaggi di *prepare* e di *commit* e rischia di attendere indefinitamente. Anche l'uso di timeout per ovviare a questo problema non offre una

valida soluzione perché timeout troppo corti possono causare l'abort di un numero eccessivo di transazioni che invece sarebbero andate a buon fine, mentre timeout troppo lunghi possono tenere molte risorse bloccate inutilmente per tempi inaccettabili.

Bisogna anche considerare che un'organizzazione che partecipi ad una transazione difficilmente sarebbe disposta a bloccare le proprie risorse per lungo tempo. Questo infatti impedisce di gestire in concorrenza più richieste sulle stesse risorse, limitando quindi la capacità del servizio di soddisfare i clienti, e rende l'organizzazione vulnerabile ad attacchi di Denial of Service. In un sistema non molto robusto, infatti, basterebbe che un pirata inizi una transazione senza mai dare il comando di commit, per effettuare un tale attacco.

Le BT a lungo termine vengono affrontate considerandole come un insieme di transazioni a breve termine. Il coordinatore fa in modo che ognuna di queste venga eseguita indipendentemente dalle altre e raccoglie i vari esiti che gli giungeranno in diversi istanti di tempo. Generalmente alcuni saranno dei commit e altri degli abort. A seconda di quali transazioni sono andate a buon fine e quali no verrà presa una decisione (da una specifica applicazione di business o direttamente dal client) sull'esito globale della BT.

- *Annidamento e interposizione delle attività in una transazione*

Le transazioni di business sono strutturate attorno ad attività, unità computazionali con un generico scopo realizzate tramite una serie di operazioni che corrispondono a servizi Web, componenti o oggetti.

Un'attività contiene altre attività che sono o attività indipendenti o un insieme di diverse funzioni, task, di basso livello. Le BT a lungo termine possono essere annidate a piacimento e, inoltre, le varie attività in una transazione possono essere anche concorrenti; questo garantisce una grande flessibilità e può aiutare a definire transazioni complesse più robuste e più facili da gestire in caso di errori ed eccezioni.

Un task in questo senso è considerato come una unità di lavoro indipendente, coordinato, di breve durata eseguito da un partecipante alla transazione. L'annidamento delle operazioni implica l'esistenza di una relazione padre - figlio non solo tra le attività ma anche tra le attività e i task.

Le singole transazioni possono avere esiti diversi, nel qual caso il risultato finale della BT dipende dalla particolare logica o da una decisione esplicita del client che ha iniziato la transazione.

L'operazione più esterna della gerarchia di attività è generalmente denominata *top-level transaction*. Solo questa operazione ha la possibilità di rendere permanenti gli effetti mentre i commit delle transazioni nidificate (subtransactions) sono provvisori e legati alla decisione della transazione che le racchiude. In questo modo si realizzano applicazioni modulari in cui si possono utilizzare varie strategie per la gestione delle eccezioni.

All'interno del dominio delle transazioni di business riveste un ruolo particolare il concetto di interposizione. Un sotto-coordinatore non può prendere decisioni in autonomia e ha le seguenti funzioni:

- riceve le decisioni da un coordinatore di livello superiore e le smista ai suoi partecipanti
- riceve le informazioni che giungono dai suoi partecipanti e le trasmette al coordinatore di livello superiore

Per un coordinatore di una transazione di business è trasparente il fatto che un partecipante sia una entità che effettua una reale unità di lavoro o che sia una latro coordinatore che smista i messaggi ai partecipanti.

- *Attività di compensazione*

Le transazioni di business spesso non sono atomiche in quanto permettono di determinare una selezione dei partecipanti che devono confermare le proprie operazioni (commit) e quelli che devono annullarle (rollback) anche se magari erano in grado di confermarle. Per questo motivo è necessario rilassare il concetto di atomicità quando si lavora con le transazioni di business.

Una BT può effettuare un commit anche se alcune delle transazioni che la compongono hanno effettuato un abort. Il punto più delicato da affrontare è cosa fare delle transazioni figlie che hanno effettuato il commit se alla fine si è deciso di abortire la BT. L'unica soluzione è la compensazione.

Quando una transazione atomica fallisce viene garantito un roll-back automatico, per una BT occorre invece iniziare delle transazioni di compensazione che svolgano operazioni inverse rispetto a quelle fatte da tutte le transazioni che inizialmente avevano eseguito il commit. Questo approccio, noto come *backward recovery*, prevede la memorizzazione periodica dello stato del sistema (checkpoint) dal quale poter riprendere l'esecuzione in caso di failures ma non è sempre possibile poiché può capitare che alcune operazioni effettuate siano irreversibili. In questo caso si deve procedere secondo un altro approccio (*forward recovery*) che dà il via a nuove transazioni le quali, preso atto dei cambiamenti ormai avvenuti, riconducono il processo ad uno stato "simile" a quello di partenza.

Ad ogni operazione prevista in una business transaction può essere associata una operazione di compensazione: se ad esempio una operazione consiste nell'invio di un documento ad un cliente il task di compensazione ad esse associato potrebbe comportare l'invio di una notifica al cliente per informarlo che il contenuto del precedente invio non deve essere considerato valido. E' chiaro che questi meccanismi necessitano di una logica di business che dipende completamente dal contesto della transazione.

1.1.1.2 Business Transaction Protocol

La specifica ***B****usiness* ***T****ransaction* ***P****rotocol* (BTP) nasce dalla collaborazione di BEA Systems, Hewlett-Packard, Sybase, Choreology, IONA, Oracle e Sun Microsystems, i quali, formando un comitato dedicato all'interno dell'OASIS (***O****rganization for the* ***A****dvancement of* ***S****tructured* ***I****nformation* ***S****tandards*), hanno formalmente avviato i lavori nel 2001. Il loro intento era quello di progettare un protocollo per la coordinazione di attività applicative tra più partecipanti la cui proprietà e il cui controllo appartengono ad organizzazioni autonome.

BTP è progettato per consentire il coordinamento delle transazioni di business che si verificano tra più partecipanti garantendo che la transazione abbia una coerenza anche quando le varie operazioni sono sviluppate con tecnologie diverse e sono potenzialmente installate in organizzazioni diverse.

BTP definisce il concetto di *business relationship*, vista come una qualsiasi informazione di stato condivisa e distribuita tra le parti, che sia soggetta a vincoli contrattuali accettati dalle parti stesse. In generale, per soddisfare il contratto stabilito in una relazione di business, un servizio conforme alla specifica BTP deve supportare richieste relative ai seguenti tre *effect*:

- *Provisional Effect*: cambiamento provvisorio o tentativo di cambiamento dello stato della relazione di business;
- *Final Effect*: conferma del tentativo di cambiamento;
- *Counter Effect*: annullamento del tentativo di cambiamento;

Il significato concreto di tali effetti dipende dalla particolare applicazione e dalla particolare relazione di business. Ci sono diversi modi di implementare questi effect, ma dal punto di vista di BTP sono tutti completamente equivalenti. Alcuni possibili approcci implementativi per gli effect, suggeriti dalla specifica, sono mostrati nella tabella seguente; dal momento che BTP non impone nulla in proposito le alternative proposte non sono le uniche possibili.

	Approccio conservativo	**Approccio compensativo (ottimistico)**	**Approccio tipico dei DBMS (intermedio)**
Provisional Effect	Memorizza il cambiamento voluto senza effettuarlo realmente	Effettua i cambiamenti rendendoli visibili, ma memorizza le informazioni per effettuare l'annullamento	Memorizza lo stato originale, previene l'accesso esterno, ed effettua i cambiamenti
Final Effect	Effettua realmente i cambiamenti	Cancella le informazioni di annullamento	Riabilita l'accesso esterno
Counter Effect	Cancella i cambiamenti memorizzati	Effettua le azioni di annullamento	Ripristina lo stato originale e riabilita l'accesso esterno

Alcune modalità implementative degli Effect

Il *Couter Effect*, soprattutto nell'approccio compensativo, può avere diversi significati. Può significare, ad esempio, cancellazione dei cambiamenti mediante una precisa inversione, oppure effettuazione di specifiche operazioni che in qualche modo compensino o allevino gli effetti di una operazione già eseguita.

BTP si propone, dunque, di coordinare le transizioni tra gli stati applicativi e per farlo specifica un particolare protocollo a due fasi. La logica di coordinamento è molto semplice, poiché corrisponde a quella di un protocollo 2PC generalizzato.

Nella prima fase, ogni partecipante riceve un messaggio BTP di *prepare*, che richiede l'esecuzione del corrispondente *Provisional Effect*. Alla ricezione di tale messaggio il partecipante verifica che sia in grado di eseguire la successiva richiesta, sia essa di *Final* o di *Counter Effect*, e comunica tale capacità ad una entità coordinatrice centrale.

Nella seconda fase, mediante un ulteriore messaggio BTP di *confirm* o di *cancel*, l'entità coordinatrice richiede rispettivamente il *Final* o il *Counter Effect*, determinando così la conferma o l'annullamento del precedente tentativo di cambiamento.

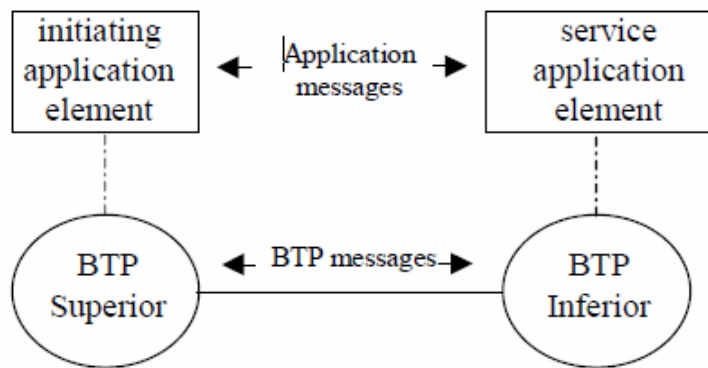
BTP definisce questo protocollo a due fasi per supportare transazioni di tipo *Atom*, nelle quali il risultato voluto dall'applicazione è noto a priori (tutti o nessuno), e transazioni di tipo *Cohesion*, nelle quali l'applicazione può intervenire per decidere selettivamente quali lavori debbano essere confermati.

Se le azioni di business eseguite dai partecipanti alla transazione richiedono un risultato in cui tutti i partecipanti completano le loro operazioni o ripristinano lo stato del sistema al suo stato originale, allora possono essere utilizzate transazioni di tipo *Atom*. Questo tipo di transazione garantiscono che il risultato della transazione sia atomico.

Le transazioni di tipo *Cohesions* mitigano invece il concetto di atomicità della transazione, consentendo all'applicazione di utilizzare una logica di business per determinare quali partecipanti debbano annullare le loro azioni e quali possano

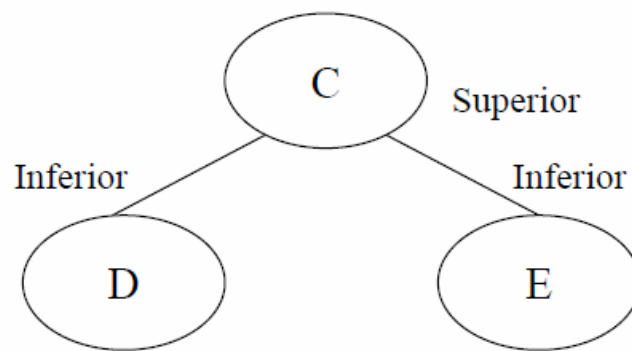
invece confermarle. L’insieme dei partecipanti che devono confermare le proprie azioni per poter completare con successo la transazione è chiamato *confirm-set*.

Nella specifica BTP vengono indicati i vari attori che entrano in gioco in una transazione di business e vengono specificati i loro ruoli e le relazioni tra loro. Le applicazioni (chiamate agenti software in BTP) coinvolte in una transazione conforme al BTP sono considerati come attori che hanno un certo ruolo all'interno di tale transazione. Questi non si scambiano solo i messaggi specifici delle applicazioni, ma anche messaggi relativi al protocollo. BTP all'interno delle applicazioni distingue infatti tra un livello di applicazione e un livello BTP.

La relazione *Superior - Inferior*, oltre a rappresentare una relazione di controllo del tipo padre-figlio, rappresenta il fulcro dell’intero modello BTP. In una transazione BTP, ogni attore può avere il ruolo di *Superior* o *Inferior* o entrambi a seconda della sua posizione nell’albero gerarchico della transazione. Per ciascuna relazione bidirezionale in una transazione, l’agente BTP associato all’elemento applicativo dell’esecutore, assume il ruolo di *Inferior*, e come tale si sottopone alla decisione finale del coordinatore. Questo, nel ruolo di *Superior*, ha il compito di coordinare verso il completamento della transazione tutti gli *Inferiors* con cui è relazionato.

Relazione base Superior - Inferior

Ogni agente permette ad un attore di assumere un determinato ruolo nella transazione di business, ed ogni attore, nel ruolo conferitogli da un particolare agente, ha la caratteristica di essere singolarmente distinguibile, poiché indirizzabile separatamente. Lo stesso attore può assumere più ruoli nella stessa transazione o lo stesso ruolo in più transazioni, in modo concorrente o sequenziale.

Molti sono i modelli in cui possono essere organizzati i partecipanti coinvolti in una transazione di business. Il più semplice è relativo a due sole parti, una (B) che si sottopone alla decisione di *confirm* o *cancel* dell’altra (A).

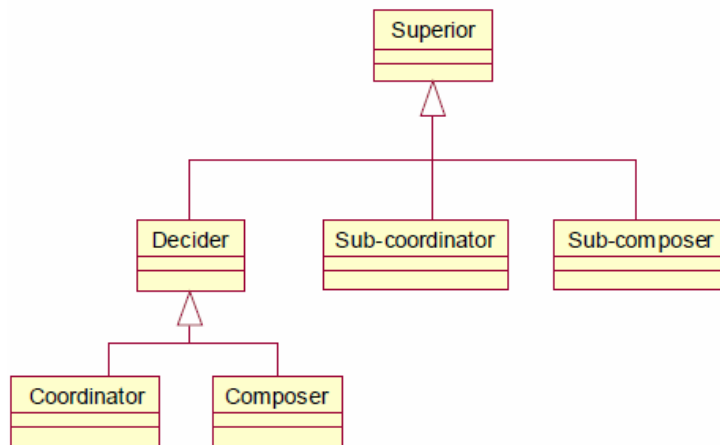
Nell’esempio mostrato nella figura seguente la relazione *Superior - Inferior* appare due volte, due attori *Inferiors* (D e E) hanno infatti lo stesso attore *Superior* (C). Ogni *Superior* può avere più *Inferiors*, mentre un *Inferior* può avere un unico *Superior*.

Transazione di Business con due Inferiors

Infine, uno stesso attore può rivestire sia il ruolo di *Superior*, rispetto a vari attori *Inferiors*, che di *Inferior* rispetto a un attore *Superior*. Un agente che nella stessa transazione di business assuma sia il ruolo di *Inferior* che quello di *Superior* è detto *Interposed* o *Intermediate*.

Un *Superior*, oltre a poter essere un *Interposed*, viene specializzato a seconda che consenta di trattare i propri *Inferior* in modo atomico o coesivo.

Nel caso atomico a differenza di quello coesivo, il *Superior* non consentirà all'elemento applicativo associato la selezione degli *Inferiors* che dovranno confermare e di quelli che dovranno annullare le proprie azioni.

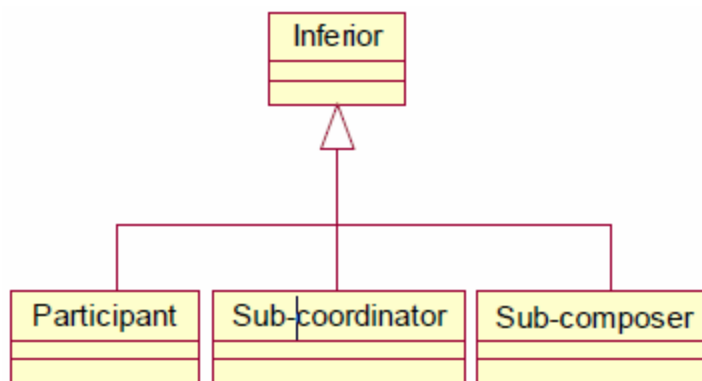
I casi possibili per un *Superior* sono:

- un elemento applicativo avvia una transazione di business, genera la creazione del *Superior* e indica che tutti gli *Inferiors* di quel *Superior* debbano confermare o annullare; in questo caso il *Superior* è un *Atom Coordinator*
- un elemento applicativo avvia una transazione di business, ma rimanda la scelta di quali *Inferiors* possano confermare, permettendo che un sottoinsieme possano confermare mentre altri possano cancellare; in questo caso il *Superior* è un *Cohesion Composer*
- l'elemento applicativo è esso stesso coinvolto in una esistente transazione di business, e il *Superior* in questa relazione è a sua volta un *Inferior* in un'altra; questo elemento applicativo indica che tutti gli *Inferiors* di questo *Superior* debbano confermare oppure che debbano tutti cancellare, ma solo se la conferma viene istruita dall'alto; il *Superior* in questo caso è un (*atomic*) *Sub-coordiantor*
- l'elemento applicativo è esso stesso coinvolto in una esistente transazione di business, e il *Superior* in questa relazione è a sua volta un *Inferior* in un'altra; questo elemento applicativo rimanda la scelta di quale sottoinsieme di partecipanti possa confermare e quale annullare le proprie azioni; il *Superior* in questo caso è un (*cohesive*) Sub-composer

Superior e ruoli derivati

Nel caso coesivo l'elemento applicativo associato al *Superior* può reagire dinamicamente ad un *Inferior* che comunichi di non essere *Prepared*, ad esempio cancellandolo e ingaggiando altri *Inferiors* per effettuare del lavoro applicativo o più semplicemente richiedendo l'annullamento per tutti i partecipanti già preparati nella transazione. In altri termini la *Cohesion* supporta, a pieno titolo, il requisito della composizione dinamica.

Riassumendo quindi, un *Superior* che tratti i suoi *Inferiors* in modo atomico è detto *Coordinator*, altrimenti è detto *Composer*, se poi tale *Superior* è pure un *Interposed*, si parla rispettivamente di *SubCoordinator* e *SubComposer*.

Se un *Inferior* è responsabile solo dell'esecuzione di effetti applicativi (decisioni prepare, confirm o cancel) indicati da un BTP *Superior*, allora *l'Inferior* è chiamato *Participant*. Il *Participant* deve anche riportare al suo *Superior* il risultato della sua attività (prepared, confirmed o cancelled).

Se invece un *Inferior* è allo stesso tempo un *Superior* (atomico o coesivo), allora può essere un *SubCoordinator* o un *SubComposer* a seconda se gli inferiors di questo attore sono raggruppati come atom (*SubCoordinator*) o come cohesion (*SubComposer*).

Inferior e ruoli derivati

Un *SubCoordinator*, prima che possa divenire Prepared nei confronti del suo diretto superiore, dovrà attendere che lo siano tutti i suoi *Inferiors*, mentre nel caso del *SubComposer*, sarà l'elemento applicativo associato a decidere, in funzione dei propri *Inferiors* Prepared, se questi siano sufficienti a dichiarare che il *SubComposer* sia pronto.

L'agente che opera da *Superior* principale nell'albero della transazione ha un ruolo particolare nei confronti dell'elemento applicativo cui è associato. Infatti, quando è istruito dall'applicazione a confermare la transazione, determina la decisione finale in funzione della preparazione degli *Inferiors* nel confirm-set. Pertanto, il suo ruolo è detto *Decider*. L'elemento applicativo che gli chiede di confermare è detto *Terminator*, poiché, in ogni caso, conduce verso la chiusura della transazione.

- *Creazione di una BTP Business Transaction*

Una generica transazione del BTP è iniziata da un'applicazione client che assume il ruolo di *Initiator*. Nel diagramma della figura seguente viene rappresentato anche un altro elemento, *Factory*, introdotto in BTP semplicemente per poter discriminare le richieste di coordinamento effettuate da un *Initiator* e poter conseguentemente avviare il giusto tipo di coordinatore, *Composer* o *Coordinator*, a seconda di quanto indicato nella richiesta dell'*Initiator*.

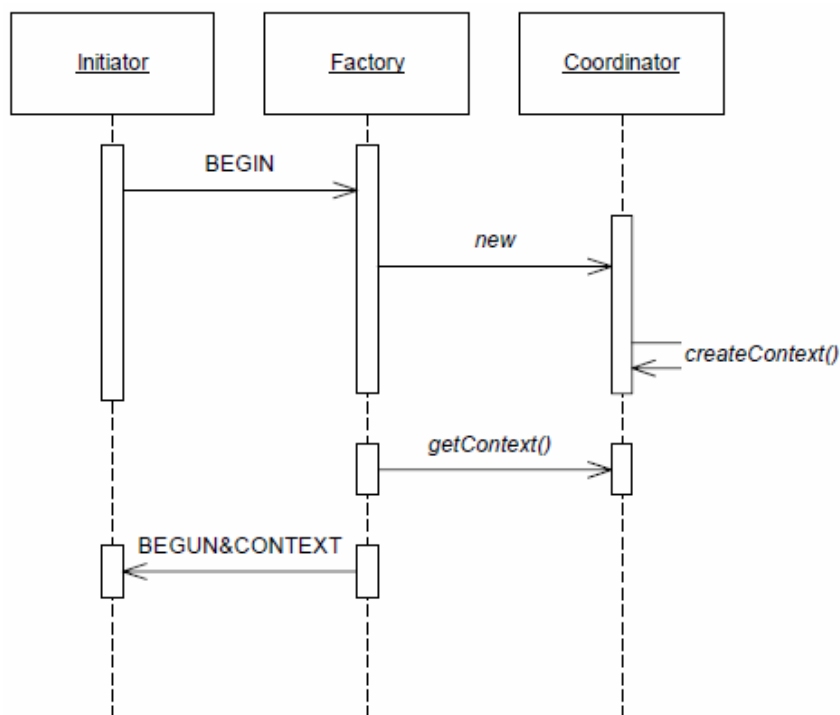



Diagramma di sequenza della creazione di una Business Transaction

L'elemento applicativo *Initiator* che intende creare la transazione di business invia all'elemento *Factory* un messaggio *BEGIN*, in cui specifica se richiede un *Coordinator* o un *Composer*. A questo punto la *Factory* crea il richiesto agente

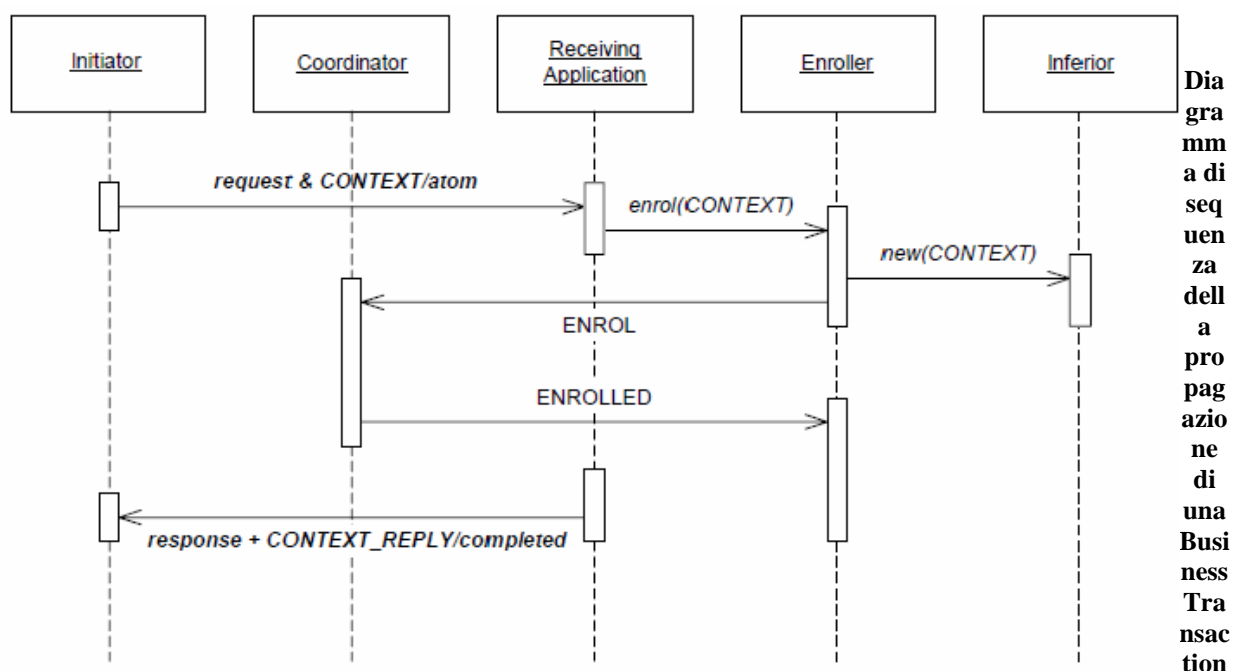
software, *Composer* o *Coordinator*, a seconda di quanto richiesto e riceve da questo un *BTPContext* che rappresenta la nuova transazione.

L'esecuzione di una transazione, all'interno di un contesto ben definito, avviene proprio condividendo il *BTPContext*. Questo deve essere contenuto nei messaggi applicativi, per indicare al ricevente il contesto nel quale questi messaggi debbano essere interpretati.

1.1.1.3 Propagazione di una Business Transaction del BTP

La figura seguente mostra il diagramma di sequenza nel caso di propagazione di una transazione in cui si sottintende che essa è stata già creata. In questo caso è presente un nuovo attore, l'*Enroller*, che rappresenta il ruolo di un entità che richiede l'arruolamento di un *Participant* rispetto a un *Superior*.

Per stabilire relazioni di tipo *Superior - Inferior* all'interno di una stessa transazione di business, insieme ai messaggi applicativi deve essere propagato il *BTPContext*, affinché l'elemento applicativo ricevente capisca che gli si richiede un lavoro, quello indicato nel messaggio applicativo associato, soggetto ad una decisione di conferma o di annullamento.

Diagramma di sequenza della propagazione di una Business Transaction

Il ricevente, ottenuto il *BTPContext*, lo passerà all'*Enroller* il quale potrà creare un nuovo *Inferior*.

Dopo l'arruolamento, possono essere inviate un numero arbitrario di messaggi di richiesta e risposta. Una volta che la richiesta è stata processata il servizio ricevente può inviare un messaggio applicativo di risposta all'elemento applicativo del richiedente, assieme ad un *BTPContext_Reply*.

La specifica BTP classifica i fallimenti in due gruppi:

- *Fallimenti di comunicazione*: i messaggi tra gli attori BTP vengono persi e non sono consegnati. In proposito BTP assume che il protocollo di trasporto sottostante li consegni correttamente o non li consegni affatto. Tuttavia non richiede che vengano segnalate eventuali perdite, né richiede che i messaggi siano consegnati nell'ordine di invio.
- *Fallimenti di nodo (di sistema o di sito)*: una macchina che ospita uno o più attori BTP ha un problema, e tutte le informazioni di stato non persistenti vengono perse. In proposito BTP assume che qualsiasi attore operi correttamente o non operi affatto, ovvero si fermi, e che non operi mai in maniera scorretta.

In ogni caso, BTP richiede che esista un'entità che abbia accesso ai dati persistenti dell'entità caduta, e che possa ristabilire un collegamento con l'ex interlocutore di questa.

Le caratteristiche di BTP, seppure valide in un ambito più generale, lo rendono un protocollo particolarmente indicato per l'ambiente dei Web Services.

Per questo motivo, oltre alla definizione astratta dei messaggi in XML, la specifica fornisce anche gli XML Schema e il Binding per SOAP. Tuttavia, BTP non impone l'uso di nessun particolare protocollo di trasporto né impone un particolare formato sulla modalità di trasmissione dei messaggi applicativi o dei messaggi BTP. Sono definiti i messaggi in XML ma il modo in cui questi messaggi vengono scambiati, ad esempio tramite http o SMTP, è un problema applicativo.

La specifica BTP richiede semplicemente che i messaggi BTP possano essere inviati ad un attore BTP, il cui indirizzo di trasporto sia noto al mittente in qualche maniera, e che un messaggio arrivi correttamente o non arrivi del tutto.

La specifica di binding per Web Services fornita dalla versione corrente di BTP definisce il binding per SOAP 1.1 su HTTP. Questa stabilisce le regole per trasportare i messaggi e per relazionare un messaggio BTP ad un messaggio applicativo: ad esempio, stabilisce che i messaggi di *BTPContext* e di *ENROL* siano trasportati nell'header SOAP, mentre i messaggi applicativi siano contenuti nel body SOAP.

1.1.1.4 WS-Transactions

L'alternativa al BTP quale supporto alle Transazioni Distribuite nell'ambito dei Web Service, è rappresentata da ***WS-T**ransactions (WS-tx)*. Questa specifice è stata suddivisa in tre sotto specifiche distinte, denominate rispettivamente: *WS-Coordination*, *WS-AtomicTransaction* e *WS-BusinessActivity*.

WS-Coordination definisce un modello per la condivisione di un contesto generico tra servizi web. Per contesto si intende semplicemente un'entità atta a contenere un insieme di informazioni che rappresentano, in qualche maniera, un'attività distribuita.

Le altre due specifiche, a partire dal modello definito nella prima, definiscono invece particolari protocolli per la coordinazione transazionale. In particolare *WS-AtomicTransaction* fornisce un servizio di coordinamento per transazioni di tipo tradizionale, mentre *WS-BusinessActivity* si rivolge a servizi che richiedono un coordinamento di tipo rilassato.

A differenza di BTP, le tre specifiche in questione nascono direttamente per la tecnologia dei Web Services: vengono forniti gli XML Schema e la descrizione WSDL di tutti i servizi definiti e, basandosi sulle specifiche del *WS-Addressing*, viene fornito implicitamente il binding per il protocollo SOAP.

1.1.1.4.1 WS-Coordination

La composizione dei web service è una pratica in continua evoluzione ed è sempre più diffusa. La collaborazione che nasce in seguito a questa composizione porta alla formazione di grandi unità computazionali, distribuite tra vari partecipanti

L'idea fondamentale alla base di ***WS-C**oordination* (WS-C) è proprio la necessità di una infrastruttura di coordinamento in un ambiente di servizi web.

WS-Coordination definisce un framework per gestire la composizione di applicazioni distribuite, estensibile rispetto ai protocolli di coordinamento. Tale framework, per la propagazione di una attività ad altri servizi, si basa sul meccanismo della condivisione del contesto, di cui la specifica definisce la struttura e i requisiti generali.

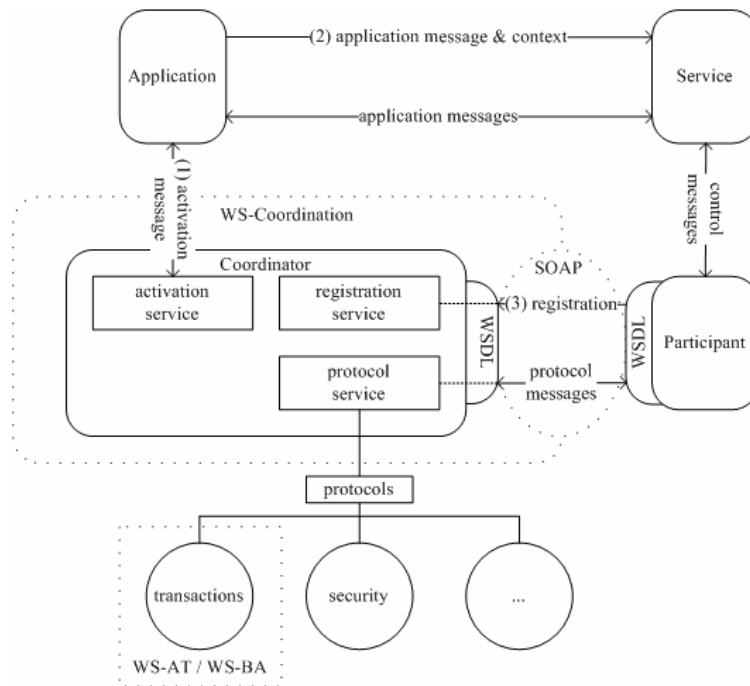
Ad ogni attività è associato un *CoordinationContext*, che la rappresenta formalmente, e ogni operazione può essere richiesta come parte di una attività inviando il *CoordinationContext* insieme alla richiesta applicativa.

Quando una applicazione propaga una attività deve includere il *CoordinationContext* nel messaggio.

Il *CoordinationContext* è gestito dal *CoordinatorService* (o *Coordinator*), il quale fornisce tre servizi concettualmente distinti:

- *ActivationService*: un servizio di attivazione che, grazie a una operazione *CreateCoordinationContext,* consente alle applicazioni di creare un nuovo contesto e dunque una nuova attività
- *RegistrationService*: un servizio di registrazione che consente ad un servizio di essere registrato come partecipante in una attività e per un particolare protocollo di coordinamento
- *ProtocolService*: un servizio che attua da coordinatore, utilizzando per ogni partecipante i protocolli specificati all'atto della registrazione

WS-Coordination non definisce nessun protocollo di coordinamento specifico, ma considera il *ProtocolService* come un servizio plug-in, da inserire nel *CoordinatorService* a seconda delle necessità.

Un altro importante elemento per il coordinamento delle attività è l'entità che dirige il protocollo di coordinamento fino al suo completamento. Questa entità è di solito un client che controlla l'applicazione nella sua globalità ma che non è contemplata nella specifica. I servizi definiti in WS-Coordination e le loro relazioni sono illustrati nella figura seguente

Overview dell'architettura WS-Coordination

- *Activation Service*

Quando una applicazione vuole avviare una nuova transazione chiede al coordinatore di creare un nuovo contesto. Per fare ciò il coordinatore invoca l'operazione *CreateCoordinationContext* dell'*ActivationService* per richiedere la creazione di una nuova attività.

L'*ActivationService* accetta in input un messaggio *CreateCoordinationContext* e restituisce un messaggio *CreateCoordinationContextResponse* che contiene il *CoordinationContext.*

- *Registration Service*

Un servizio che sia disponibile alla collaborazione, può utilizzare le informazioni contenute nel *CoordinationContext* ricevuto per richiedere la registrazione all'attività presso il *RegistrationService*. Per la registrazione può essere utilizzato il *RegistrationService* indicato nel *CoordinationContext* ricevuto, oppure il *RegistrationService* di un *CoordinatorService* di propria fiducia, che, in tal caso, fungerà da intermediario.

La richiesta di registrazione deve essere fatta presentando un messaggio di *register.*

In risposta viene comunicato dal RegistrationService un messaggio *registrationResponse* contenente, nell'elemento *CoordinationProtocolService,* l'indirizzo del *ProtocolService* a cui il partecipante registrato dovrà fare riferimento durante l'esecuzione del protocollo di coordinamento.

WS-Coordination definisce una serie di messaggi con cui gli attori possono comunicarsi vicendevolmente particolari condizioni di errore.

1.1.1.4.2 WS-AtomicTransaction

***WS-A**tomic**T**ransaction* (WS-AT) estende *WS-Coordination* basandosi sul modello classico del 2PC, per permettere la coordinazione di attività transazionali che richiedano la proprietà del tutti o nessuno. A tal proposito definisce un particolare tipo di *ProtocolService*, denominato *Atomic Transaction*, che nel seguito indicheremo brevemente *ATCoordinator*.

WS-AtomicTransaction definisce due specifici protocolli per transazioni atomiche:

- *Completion*: questo protocollo è utilizzato dall'applicazione che controlla la transazione atomica e permette a una applicazione di istruire il coordinatore a confermare o annullare la transazione dopo che tutte le operazioni sono state effettuate. Il coordinatore riceverà un messaggio *Commit* o *Rollback* e di conseguenza eseguirà il protocollo Volatile 2PC prima di procedere all'esecuzione del protocollo Durable 2PC. Lo stato (un messaggio *Committed* o *Aborted*) della transazione è infine trasmesso all'applicazione che aveva avviato il protocollo.
- *Two-Phase Commit* (2PC): Il 2PC coordina i partecipanti registrati in modo da raggiungere una decisione di conferma o annullamento e assicura che tutti i partecipanti siano informati del risultato finale. Il 2PC ha due varianti:
    - *Volatile 2PC*: i partecipanti gestiscono risorse volatili, ad esempio una cache
    - *Durable 2PC*: i partecipanti gestiscono risorse permanenti, ad esempio un database

WS-AtomicTransaction precisa la semantica del messaggio, definito in WSCoordination, con cui è possibile richiedere la creazione di un nuovo Contesto:

- se la richiesta include l'elemento *CurrentContext*, il coordinatore sarà un *Interposed*, ovvero un subordinato;
- se la richiesta non include tale elemento, il coordinatore creerà una nuova transazione e avrà il ruolo di radice dell'albero gerarchico;

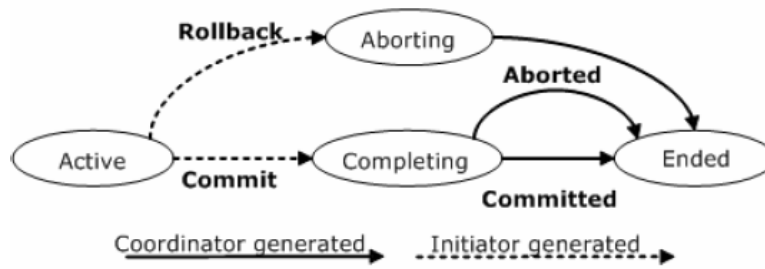
WS-AtomicTransaction precisa inoltre che l'attributo di *Expired*, contenuto nel *CoordinationContext*, indica ora l'intervallo di tempo entro il quale la transazione dovrebbe terminare; se il coordinatore non dovesse ricevere una decisione entro tale intervallo, può avviare il rollback della transazione.

- **Completion protocol**

Il *Completion protocol* è utilizzato da un'applicazione per dire al coordinatore di cercare di confermare o annullare una transazione atomica. Dopo che la transazione è completata viene restituito uno stato all'applicazione.

Generalmente l'applicazione che inizia la transazione si registra per questo protocollo e, può comunicare al coordinatore di tentare di effettuare la conferma o di forzare il roll-back della transazione. Il coordinatore informerà poi l'applicazione sull'esito del comando impartito.

Un servizio, nel ruolo di *Initiator*, richiedere quindi l'avvio della coordinazione di una attività transazionale, precedentemente creata secondo *WSCoordination*, e ricevere informazioni circa l'esito della coordinazione richiesta.

Uno schema astratto del protocollo è presentato nella figura seguente in cui viene mostrato il diagramma di stato della transazione in funzione dei messaggi scambiati tra l'*Initiator* e l'*ATCoordinator*.

Protocollo Completion

Il coordinatore può ricevere:

- una notifica *commit* - dopo aver ricevuto questa notifica il coordinatore sa che i partecipanti hanno completato il loro lavoro applicativo e che dovrebbe tentare il *commit* della transazione;
- una notifica *rollback* - dopo aver ricevuto questa notifica il coordinatore sa che i partecipanti hanno terminato il loro lavoro applicativo e che dovrebbe annullare la transazione.

L'*Iniziator* può invece ricevere:

- una notifica *committed* - dopo aver ricevuto questa notifica l'*Iniziator* sa che il coordinatore ha raggiunto la decisione di *commit*;
- una notifica *aborted* - dopo aver ricevuto questa notifica l'*Iniziator* sa che il coordinatore ha raggiunto la decisione di *abort*.

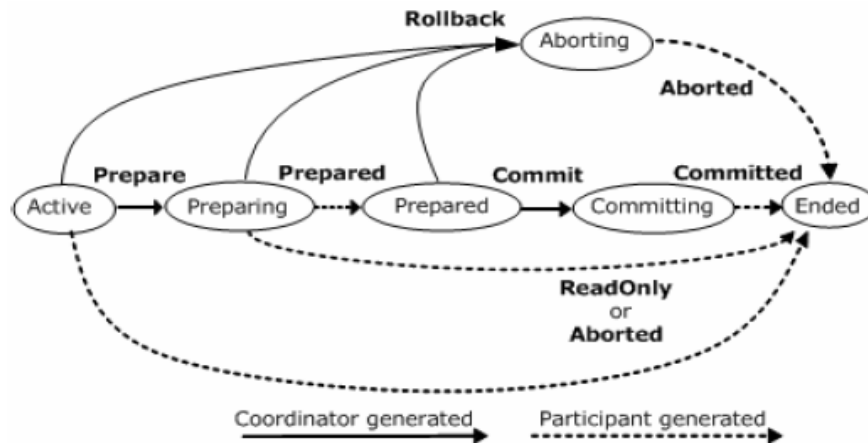
- **Two phase commit protocol**

Il *Two phase commit protocol* corrisponde in pratica al protocollo 2PC tradizionale, con alcune semplici variazioni nel comportamento del coordinatore in funzione del tipo di partecipante che può essere durable o volatile.

La differenza di coordinazione nei confronti dei due tipi, consiste nel fatto che i partecipanti registrati come *VolatileParticipant* vengono avviati per primi alla fase di *Prepare*: dopo aver ricevuto una notifica di *commit* nel completion protocol, il root coordinator inizia la fase *prepare* di tutti i partecipanti registrati per il Volatile 2PC e tutti i partecipanti di questo tipo devono rispondere prima che un messaggio di *prepare* sia rivolto ai partecipanti registrati per il Durable 2PC.

Inoltre, altri *VolatilePaticipants* possono essere arruolati per la stessa transazione fino a quando il coordinatore non abbia inviato il primo *prepare* ad un *DurablePaticipant*. Tuttavia, per un partecipante volatile, non vi è alcuna garanzia che sia messo al corrente della decisione finale.

L'idea base è quella di coordinare le eventuali operazioni transazionali sui dati in memoria prima del coordinamento delle operazioni transazionali su disco in modo che, per esempio, la cache delle applicazioni in memoria possano essere scaricate su disco prima di effettuare le operazioni di commit sui dati persistenti.

Quando la fase di *prepare* per i *VolatileParticipants* viene conclusa, il coordinatore avvia dunque la stessa fase per i *DurableParticipants*. Solo quando tutti i partecipanti abbiano risposto con un messaggio di *prepared* o *readOnly*, il coordinatore potrà avviare la seconda fase richiedendo il c*ommit*. In Protocollo two phase commit viene mostrato il diagramma di stato della transazione, in funzione dei messaggi scambiati tra l'*ATCoordinator* e il singolo *ATParticipant*.

Protocollo two phase commit

Il significato dei messaggi rappresentati, è specificato da WS-AT come di seguito esposto. Un partecipante può ricevere:

- una notifica *prepare* - dopo aver ricevuto questa notifica il partecipante sa che entra nella prima fase del protocollo e che dovrà votare per il risultato della transazione; se il partecipante non conosce la transazione deve votare per l'*abort* mentre se ha già votato deve rispondere con lo stesso voto

- una notifica *rollback* - dopo aver ricevuto questa notifica il partecipante sa che deve annullare e dimenticare la transazione; il coordinatore può inviare questo messaggio in entrambe le fasi del protocollo, e una volta inviatolo, può dimenticare la transazione

- una notifica *commit* - dopo aver ricevuto questa notifica il partecipante sa che deve effettuare il commit della transazione; questo messaggio può essere ricevuto solo dopo la prima fase del protocollo e dopo che il partecipante ha votato per il commit; se il partecipante non conosce la transazione deve rispondere con una notifica *committed*

Il coordinatore può ricevere:

- una notifica *prepared* - dopo aver ricevuto questa notifica il coordinatore sa che il partecipante ha votato per il *commit* della transazione

- una notifica *readOnly* - dopo aver ricevuto questa notifica il coordinatore sa che il partecipante ha votato per il commit della transazione e che ha dimenticato la transazione, non essendo interessato al risultato finale e non volendo quindi partecipare alla seconda fase del protocollo
- una notifica *aborted* - dopo aver ricevuto questa notifica il coordinatore sa che il partecipante ha votato per annullare la transazione per poi dimenticarla
- una notifica *committed* - dopo aver ricevuto questa notifica il coordinatore sa che il partecipante ha effettuato il commit della transazione; il partecipante può ora essere dimenticato
- una notifica *replay* - dopo aver ricevuto questa notifica il coordinatore può assumere che il partecipante abbia effettuato il recovery dopo un fallimento, e dovrà inviargli l'ultimo messaggio del protocollo

Ai messaggi di errore definiti in WS-Coordination, WS-AT aggiunge due ulteriori messaggi *inconsistentInternalState* e *unknownTransaction*.

1.1.1.4.3 WS-BusinessActivity

La specifica *WS-AtomicTransactions* è molto simile alle tradizionali transazioni 2PC ACID e quindi risente degli stessi problemi. Per aggirare questi problemi e consentire operazioni a lunga operatività è stato introdotto un secondo tipo di coordinamento, regolato secondo le specifiche *WS-BusinessActivity*. ***WS-B**usiness**A**ctivity* (WS-BA), che estende il modello definito da *WS-Coordination* con il modello *Business Activity* (BA), definendo il corrispondente tipo di coordinatore, BACoordinator, e i relativi protocolli.

La specifica caratterizza una attività di business assegnandole le seguenti proprietà:

- può utilizzare molte risorse e per un lungo periodo di tempo
- può coinvolgere un numero significativo di transazioni atomiche
- il risultato dei singoli tasks costituenti una attività di business può essere visto prima del completamento dell'attività stessa, e spesso può avere delle conseguenze al di fuori del sistema informatico
- le elaborazioni possono essere molto lunghe e un servizio partecipante all'attività, prima di poter rispondere ad una richiesta, potrebbe impiegare molto tempo
- nel caso di eccezioni per le quali un'attività debba essere logicamente sottoposta all'annullamento spesso non è sufficiente effettuare l'abort della transazione ma è necessario applicare un approccio compensativo, che inverta gli effetti di un business task già completato
- i partecipanti in una attività di business possono risiedere in domini di fiducia indipendenti e, in tal caso, tutte le relazioni di fiducia sono stabilite esplicitamente

Sulla base di queste caratteristiche è stato realizzato un modello di coordinazione per Attività di Business con le seguenti proprietà:

- supporta attività innestate, in una organizzazione ad albero di tipo padre - figli con un numero arbitrario di livelli di annidamento. Ogni livello ha la propria visibilità, e permette di selezionare quali figli debbano partecipare al risultato comune
- si basa sul concetto di compensazione e consente ai partecipanti di effettuare dei tentativi di esecuzione delle proprie operazioni. Il risultato di tali tentativi può essere visibile prima che l'attività sia completata, e può richiedere compensazioni in caso di errori
- a differenza delle transazioni atomiche, consente che la lista dei partecipanti possa variare dinamicamente, e permette ad un partecipante di lasciare una attività di business in qualsiasi momento
- permette ad un partecipante di anticipare le proprie decisioni senza aspettare sollecitazioni

Il modello BA definisce due tipi di coordinatori *AtomicOutcomeCoordinator* e *MixedOutcomeCoordinator*, e due protocolli, utilizzabili da ciascun tipo di coordinatore: *BusinessAgreementWithParticipantCompletion* (BAwPC) e *BusinessAgreementWithCoordinator Completion* (BAwCC).

Un coordinatore con coordination type *AtomicOutcome* deve dirigere tutti i partecipanti a chiudere o compensare mentre un coordinatore con coordination type *MixedOutcome* deve dirigere tutti i partecipanti a un risultato ma può dirigere indipendentemente ogni partecipante a chiudere o compensare. Tutti i coordinatori devono implementare necessariamente il coordination type *AtomicOutcome* mentre possono decidere se implementare o meno il coordination type *MixedOutcome*.

- **BusinessAgreementWithParticipantCompletion Protocol**

Questo protocollo di coordinazione prevede che il partecipante comunichi al coordinatore quando abbia terminato il lavoro di cui è responsabile per l'attività di business. Dopo che sono state realizzate tutte le operazioni, il partecipante invia un messaggio *Completed* al coordinatore, il quale, può poi inviargli sia una notifica *Close* che una notifica *Compensate* per indicare il risultato finale dell'istanza di protocollo.

Se il partecipante riceve una notifica *Close* significa che la transazione è stata completata con successo, a questa notifica il partecipante dovrà rispondere con un messaggio *Closed*.

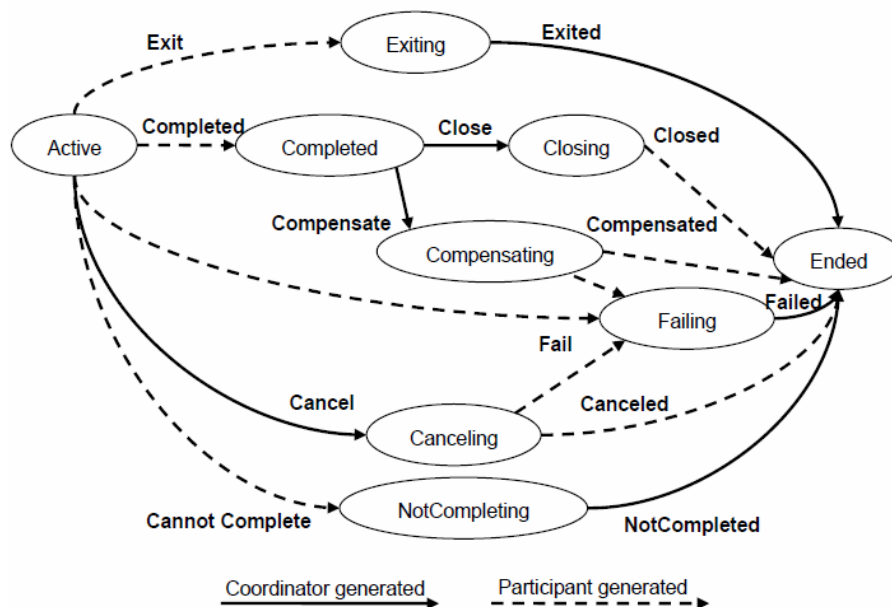
Se il partecipante riceve invece una notifica *Conpensate* significa che l'operazione svolta precedentemente deve essere compensata e il partecipante dovrà rispondere alla notifica con un messaggio *Compensated* che indica che la notifica è stata ricevuta e registrata. Il modo in cui viene implementata la compensazione dipende dal partecipante; si noti inoltre come, con questo protocollo non si possa essere certi che l'operazione compensativa sia stata effettivamente eseguita.

Un'altra eventualità è che il partecipante dopo o durante lo svolgimento delle proprie operazioni riceva dal coordinatore un messaggio *Cancel* che indica che il lavoro effettuato deve essere cancellato. In risposta a questo messaggio il partecipante invia una notifica *Cancelled*. Anche in questo caso il modo in cui viene eseguita la cancellazione non fa parte della definizione del protocollo.

Se il coordinatore riceve un messaggio *Exit* da un partecipante significa che il partecipante non fa più parte dell'attività di business. A questo messaggio il coordinatore risponderà con un messaggio *Exited* in modo che il partecipante sappia che il coordinatore è a conoscenza del suo abbandono alla transazione di business.

Se il coordinatore riceve un messaggio *CannotComplete* significa che il partecipante ha determinato che non può completare con successo tutte le elaborazioni collegate a quella istanza di protocollo, ogni lavoro in sospeso è stato scaricato dal partecipante e ogni lavoro relativo all'istanza di protocollo già effettuato dal partecipante è stato cancellato con successo. A questo messaggio il coordinatore deve rispondere con una notifica *NotCompleted* e dopo questa dovrebbe dimenticare il partecipante. Dopo aver inviato un messaggio *CannotComplete* un partecipante non può più partecipare ad ogni successivo lavoro in quella attività. Questo messaggio può essere inviato solo quando la transazione si trova nello stato attivo.

Infine, se il coordinatore riceve un messaggio *Fault* significa che il partecipante ha fallito nello stato attivo (dopo o durante un lavoro applicativo) o dopo aver ricevuto un messaggio *Cancel* o *Compensate*. Il messaggio contiene un identificatore che indica la causa del fault. Il coordinatore risponde a questo messaggio con un messaggio *Faulted* che indica al partecipante che ora il coordinatore è a conoscenza dell'errore che si è verificato. Nessuna ulteriore azione è richiesta al partecipante in questo caso.

Nella figura seguente viene mostrato il comportamento astratto del protocollo.

BusinessAgreementWithParticipantCompletion abstract state diagram

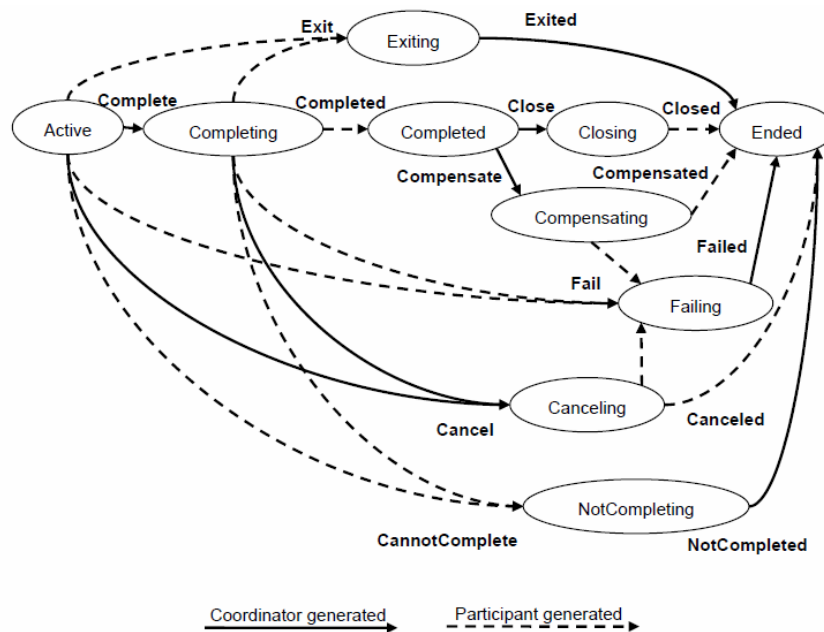
Sia il coordinatore che il partecipante accettano inoltre un messaggio *getStatus* che richiede lo stato corrente del ricevente e a cui il ricevente deve rispondere inviando un messaggio *status* che indica lo stato corrente del mittente.

Si noti come nella specifica *WS-BusinessActivity* non è indicato generalmente come la conoscenza sullo stato della transazione acquisita dal coordinatore debba essere riportata all'applicazione che ha dato inizio all'attività transazionale al fine di prendere decisioni basate su tale conoscenza. Se, ad esempio, il coordinatore riceve un messaggio *Exit* o *Fault* da un partecipante, l'applicazione dovrebbe essere informata in modo da adattarsi a queste nuove circostanze. Ciò è ovviamente più facile se l'applicazione e il coordinatore sono lo stesso servizio ma, se non è questo il caso e sono quindi utilizzati due servizi ci dovrebbe essere un protocollo specifico dell'applicazione per la gestione della comunicazione tra l'applicazione e il coordinatore.

- **BusinessAgreementWithCoordinatorCompletion**

Con il protocollo *BusinessAgreementWithCoordinator Completion* il partecipante attende che il coordinatore gli indichi di avviare il lavoro nell'ambito dell'attività di business.

Questo protocollo è quindi uguale a quello precedente, tranne il fatto che un partecipante, dopo aver effettuato alcuni lavori o mentre sta eseguendo un lavoro può accettare un messaggio *Complete.* Dopo aver ricevuto questa notifica, il partecipante sa che non riceverà ulteriori richieste di lavoro da effettuare all'interno della stessa attività di business e che dovrà avviare e completare il lavoro applicativo e poi trasmettere la notifica di *Completed* al coordinatore. Dopo aver ricevuto il messaggio *Complete* il partecipante potrebbe anche rispondere con un messaggio *Exit, Fault* o *CannotComplete* al coordinatore.

Nella figura seguente viene mostrato il comportamento astratto del protocollo.

BusinessAgreementWithCoordinatorCompletion abstract state diagram

Per quanto riguarda questo specifico protocollo, risulta maggiormente evidente la mancanza di un protocollo di completamento: ad esempio, come fa il coordinatore a sapere quando inviare il messaggio di complete a tutti i partecipanti?

1.1.1.5 Web Services Composite Application Framework

La specifica ***W**eb **S**ervices **C**omposite **A**pplication **F**ramework*, in breve WS-CAF, definisce il framework per la composizione e la coordinazione dei servizi Web proposto da Sun Microsystems, Oracle Corporation, Arjuna Technologies, Fujitsu e IONA Technologies.

WS-CAF è composta da tre sotto-specifiche distinte:

- ***WS-C**ontext* (WS-CTX): definisce un meccanismo standard per relazionare più servizi e permettere la condivisione di informazioni quando questi servizi collaborano in un attività distribuite attraverso molteplici interazioni

- ***WS**-**C**oordination **F**ramework* (WS-CF): definisce un generico servizio di coordinamento, utilizzando quanto già definito in WS-CTX
- ***WS**-**T**ransaction **M**anagement* (WS-TXM): definisce tre specifici protocolli di coordinamento per supportare transazioni distribuite, realizzando il generico servizio di coordinamento definito da WS-CF

Le tre specifiche possono essere utilizzate singolarmente, a seconda delle necessità applicative. Esse si rivolgono alla tecnologia dei Web Services, per la quale vengono forniti gli XML Schema e la descrizione WSDL di tutti i servizi definiti.

1.1.1.5.1 WS-Context

La specifica *Web Services Context*, in breve WS-CTX, nasce per supportare interazioni tra servizi Web che eseguono attività correlate in una applicazione principale.

Una *Activity* è definita come un insieme di lavori distribuiti che coinvolgono una o più parti. Ognuno di questi lavori ha necessità di essere correlato agli altri lavori interni all'attività: anche WS-CTX per permettere questa interazione utilizza il meccanismo della propagazione del contesto. Tuttavia, rispetto alle specifiche di BTP e WS-Transactions, WS-CTX sottolinea la possibilità di utilizzare questo contesto non solo per correlare le operazioni ma anche per condividere informazioni di comune interesse tra gli esecutori. Il contesto può essere scambiato tra le varie applicazioni sia per valore che per riferimento, inoltre, poiché le attività possono essere innestate anche la struttura del contesto rifletterà questa relazione gerarchica.

- **Propagazione del contesto**

L'informazione del contesto ha una struttura XML che può essere inviata tipicamente (anche se non esclusivamente) all'interno dell'header dei messaggi SOAP scambiati durante l'invocazione dei Web Services. La struttura XML del contesto supporta l'annidamento delle strutture (relazioni padre - figlio) per gestire una gerarchia di contesti e permette la duplice modalità di propagazione, per riferimento o per valore.

Il contesto può essere esteso per trasportarne altre, sia al momento della sua creazione che, in modo dinamico, durante la propagazione alle altre applicazioni, a seconda delle particolari necessità dell'implementazione.

Se all'interno di un messaggio ricevuto è presente un contesto e questo contiene un elemento *context-manager* allora quell'elemento può essere usato dall'applicazione che ha ricevuto il messaggio per dereferenziare il contesto, cioè per ottenere il contesto a partire dall'elemento. Ogni altra informazione presente nel contesto ricevuto, a questo punto, può non essere considerata come rappresentativa del corrente contesto.

WS-CTX specifica che le modalità di scambio dei messaggi, e le modalità di esposizione dei metodi forniti dai vari servizi (tramite WSDL), sono una scelta implementativa: i messaggi possono essere scambiati sia mediante il modello request / reply sincrono, sia mediante il modello request / reply asincrono.

- **ContextManager**

WS-Context definisce un *ContextManager*, che permette alle applicazioni di recuperare e impostare i dati associati a un contesto. Il *ContextManager* è implementato solo per supportare contesti che sono passati per riferimento e può essere specificato nel valore dell'elemento *context-manager* del contesto propagato.

Il *ContextManager* accetta i seguenti messaggi, ognuno dei quali contiene l'indirizzo di callback per il *ContextResponseHandler*:

- *getContents*: il mittente richiede, specificando un URI, il contenuto di uno specificato contesto e riceve in risposta un messaggio *contents* che corrisponde all'intero contenuto del contesto o un appropriato messaggio di errore.
- *setContents*: il mittente richiede che il contenuto corrente del contesto venga sostituito con le informazioni fornite in questo messaggio. In risposta viene restituito un messaggio *contentsSet* o un appropriato messaggio di errore.

Il generico servizio che attua il ruolo di *ContextResponseHandler*, potrà ricevere in risposta uno dei messaggi di seguito elencati:

- *contents:* questo messaggio è la risposta al messaggio *getContents* e restituisce l'intero contenuto di un contesto specificato
- *contentsSet:* questo messaggio è inviato in risposta a un messaggio *setContents* per indicare che il contenuto del contesto è stato aggiornato
- *UnknownContext:* questo codice di errore è inviato per indicare che uno specifico contesto non può essere localizzato
- *NoContext:* questo codice di errore è inviato per indicare che non è stato propagato il contesto dell'attività
- *InvalidContext:* questo codice di errore è inviato per indicare che è stato propagato un contesto non valido e che non può quindi essere accettato

- **ContextService**

WS-Context definisce un *ContextService* per gestire il contesto delle attività, il cui compito è quello di supportare la nozione astratta di attività permettendo che le informazioni ad essa correlate siano propagate nell'ambiente di esecuzione quando necessario.

Il *ContextService* supporta il ciclo di vita del contesto e assicura che questo sia identificato univocamente.

In contrapposizione al *ContextService* è definito anche un ruolo *UserContextService* che rappresenta l'indirizzo dell'endpoint dell'utente / servizio di callback per le varie operazioni del *ContextService*.

Tutte le operazioni del *ContextService* sono associate con il contesto corrente (se presente).

L'operazione *begin* richiede la creazione di una nuova attività; il *ContextService* la crea e ne inizializza il contesto, assegnandole un nuovo identificatore. Se nel messaggio è già presente un contesto allora il nuovo contesto creato è

automaticamente annidato a quello propagato in una relazione padre - figlio, il contesto propagato quindi verrà settato come valore dell'elemento *parent-contexts* del nuovo contesto.

All'interno del messaggio di *begin*, oltre a un parametro *type* che indica il tipo di attività che deve essere creata, può essere utilizzato un parametro *expiresAt* per controllare il ciclo di vita del contesto. Questo parametro indica il tempo di vita dell'attività; se al momento specificato dal valore di questo parametro l'attività non sarà ancora completata allora verrà completata automaticamente dal *ContextService*. In mancanza di errori, il *ContextService* porta l'Attività nello stato *Active* e restituisce un messaggio di riscontro *begun* che contiene nell'header del messaggio SOAP il contesto.

L'operazione *complete* richiede che l'attività sia portata a completamento. Una volta effettuato il completamento con successo il *ContextService* invia un messaggio di risposta *completed*.

L'operazione *setTimeout* modifica una variabile di stato associata al *ContextService* che riguarda la data e l'orario di scadenza associati alle attività create da successive chiamate al metodo *begin* senza che venga specifica il parametro relativo alla data di scadenza.

La chiamata al metodo *getTimeout* richiede il valore corrente del parametro di timeout. Il *ContextService* attraverso il messaggio *timeout* restituisce il valore di default del timeout, cioè la durata associata alle attività create con il metodo *begin* quando non viene specificato il valore del parametro *expiresAt*.

L'operazione *getStatus* può essere utilizzata per conoscere lo stato corrente dell'attività referenziata nel contesto propagato. Il *ContextService* invoca l'operazione *status* dello *UserContextService* per rispondere a questa richiesta.

1.1.1.5.2 WS-CordinationFramework

La specifica ***W**eb **S**ervices **C**oordination **F**ramework*, in breve WS-CF, estende WS-CTX definendo un framework di supporto per tutte quelle applicazioni distribuite che necessitano di una qualche forma di coordinamento.

WS-CF si basa sul concetto di attività come definita nella specifica *WS-Context*, restringendo però la nozione di attività a quella di attività di gruppo: un gruppo contiene dei partecipanti che saranno guidati attraverso lo stesso protocollo. L'attività di gruppo è legata all'attività definita in *WS-Context* in modo tale che il loro ciclo di vita coincida.

I principali componenti coinvolti nell'utilizzo e nella definizione di WS-CF sono:

- ➔ un *RegistrationService*, che fornisce un'interfaccia per registrare dei partecipanti a uno specifico protocollo
- ➔ un *ParticipantService*, che definisce le operazioni che sono effettuate come parte del protocollo
- ➔ un *RegistrationContextType*, che permette ai partecipanti di aderire a una attività di gruppo

I componenti sono descritti in termini del loro comportamento e delle interazioni che avvengono tra di loro. Tutte le interazioni sono descritte in termini dei messaggi scambiati.

Per supportare la registrazione ad attività di gruppo è necessario che esista un qualche meccanismo per cui i partecipanti siano informati del particolare *RegistrationService* associato ad un gruppo di attività. Per fare questo WS-CF introduce un *RegistrationContextType* costruito estendendo il contesto definito in *WS-Context* in modo da fornire le informazioni aggiuntive necessarie per arruolare un partecipante in una attività.

Per evitare sovraccarichi per un singolo coordinatore, WS-CF permette che una coordinazione sia gestita tramite coordinatori subordinati (*SubordinateCoordinator*), mediante la tecnica dell'Interposizione secondo la quale un *ParticipantService* arruolato rispetto a un *RegistrationService* di comporta anche come *RegistrationService* per altri *ParticipantService*.

- **RegistrationService**

Per diventare un *Participant* in un protocollo, un servizio deve prima arruolarsi presso un *RegistrationService*. Affinché un generico servizio possa arruolare/ dearruolare un partecipante in un attività coordinata, WS-CF definisce due ruoli specifici: *RegistrationService* e *RegisteringService*.

Il messaggio *addParticipant* è inviato al *RegistrationService* per registrare uno specifico partecipante ad un protocollo supportato. Il messaggio contiene un riferimento al partecipante in questione e un valido *RegistrationContext* (propagato per valore o per riferimento) per identificare la particolare attività coordinata.

Il *RegistrationService* può utilizzare più protocolli e quindi, nel messaggio di registrazione è necessario specificare anche la lista dei *protocolType*, indicando gli URI dei protocolli scelti.

Il *RegistrationService* prima di provvedere a qualunque registrazione deve verificare di supportare tutti i protocolli richiesti;

Nel caso in cui la registrazione sia stata condotta con successo, sarà restituito il messaggio di riscontro *participantAdded* che, in modo opzionale, può contenere l'indirizzo del servizio che coordinerà il partecipante in questione.

Il messaggio *removeParticipant* è inviato al *RegistrationService* per cancellare la registrazione di un partecipante precedentemente arruolato. Tale messaggio contiene, oltre al contesto per identificare il gruppo di attività da cui il partecipante deve essere rimosso, l'identificativo del partecipante in questione. Se l'operazione di rimozione avviene con successo verrà restituito un messaggio *ParticipantRemoved*.

L'operazione *replaceParticipant* è utilizzata dai partecipanti che sono stati precedentemente arruolati con successo da un *RegistrationService*: quando un partecipante risulta indisponibile momentaneamente e successivamente può essere nuovamente contattato potrebbe non essere in grado di recuperare lo stesso indirizzo con cui è stato arruolato dal *RegistrationService*.

L'operazione *replaceParticipant* permette ai partecipanti di informare il *RegistrationService* che non è più contattabile all'indirizzo originario ma a un nuovo indirizzo.

Questo messaggio deve essere accompagnato da un valido *RegistrationContext* per poter identificare il gruppo a cui il partecipante apparteneva precedentemente. Il contesto può essere passato per valore o per riferimento. Se l'operazione avviene con successo, viene restituito un messaggio *participantReplaced*.

L'operazione *getParticipants* restituisce la lista dei partecipanti che sono stati arruolati in una attività di gruppo. Anche in questo caso deve essere passato insieme al messaggio un valido *RegistrationContext*, per valore o per riferimento.

Se l'operazione può essere effettuata con successo viene restituito al *RegisteringService* un messaggio *participantList*.

Specificando un set di sotto protocolli che sono supportati dal *RegistrationService* si potrà ulteriormente restringere la lista di partecipanti restituita da questa operazione; in questo caso la lista conterrà i partecipanti che sono stati arruolati usando uno dei sottoprotocolli specificati nella richiesta.

Lo stato di una attività di gruppo può essere richiesto inviando un messaggio *getStatus* accompagnato da un valido *RegistrationContext*. In risposta verrà restituito lo stato in un messaggio *status*.

L'operazione *replaceRegistration* del *RegisteringService* può essere usata da un ripristinato RegistrationService per indicare che ora è contattabile su un endpoint con un nuovo indirizzo. Quando infatti un *RegistrationService* diventa per un certo periodo irraggiungibile e poi si torna contattabile non è in grado di recuperare lo stesso indirizzo in corrispondenza del quale precedentemente i *RegisteringServices* si erano arruolati. Con questa operazione pertanto il *RegistrationService* informa i *RegisteringServices* che si è trasferito dall'indirizzo originario a un nuovo indirizzo. Questo messaggio deve essere accompagnato da un valido *RegistrationContext*, passato per riferimento o per valore.

Se la sostituzione viene effettuata con successo, verrà restituito al *RegistrationService* un messaggio *registrationReplaced*.

1.1.1.5.3 WS- Transaction Management

La specifica ***W**eb **S**ervices **T**ransaction **M**anagement*, o più semplicemente WS-TXM, basandosi su quanto definito in WS-CF e WS-CTX, definisce tre specifici modelli di coordinazione, ognuno indirizzato ad una differente tipologia di casi d'uso per relazioni business-to-business. Si assume inoltre che altri modelli possano essere richiesti in futuro e quando dovessero essere disponibili, si propone di incorporarli tra quelli già previsti.

I tre modelli presenti nella versione attuale della specifica sono: *ACID Transactions*, *Long Runnig Action (LRA)* e *Business Process transaction (BP)*.

- **ACID Transactions**

Seppure le transazioni ACID non siano appropriate per tutti i domini applicativi, esistono delle particolari applicazioni in cui risultano insostituibili: ad esempio, per applicazioni finanziarie. Per supportare questo tipo di applicazioni, gli autori di WS-TXM hanno progettato un modello transazionale, specializzando il concetto di Attività Coordinata in quello di Transazione ACID.

- **Protocollo two phase commit**

Il modello *ACID-Transactions* utilizza un protocollo 2PC tradizionale con alcune varianti ed ottimizzazioni:

- *Presumed rollback*: viene adottato il modello dell'*Abort Presunto*, il coordinatore della transazione non necessita di registrare le informazioni sui partecipanti fino a quando non decide di confermare la transazione, cioè fino a quando non è stata completata con successo la fase di preparazione;
- *One-phase:* se il coordinatore rileva che c'è un solo partecipante registrato allora può decidere di evitare l'esecuzione della fase di preparazione;
- *Read-only*: un partecipante che è responsabile di un servizio che non modifica nessun dato transazionale durante il corso della transazione può indicare al coordinatore durante la fase di preparazione che è un partecipante *read-only* in modo che il coordinatore possa ometterlo dalla seconda fase di conferma della transazione.

Sono previste inoltre decisioni autonome dei partecipanti. Un partecipante che abbia passato con successo la fase di preparazione, è abilitato a prendere una decisione autonoma di *commit* o *rollback*. In tal caso la decisione deve essere registrata localmente.

Se il coordinatore informa il partecipante che la decisione globale sulla transazione è la stessa della scelta autonoma fatta dal partecipante, allora ovviamente non c'è nessun problema, ma se la successiva comunicazione del coordinatore è contraria alla decisione già presa, si è in presenza di un risultato non atomico, detto anche risultato euristico poiché conseguente ad una decisione euristica. I possibili risultati euristici sono:

- *heuristic rollback*: l'operazione di *commit* è fallita perché almeno un partecipante ha preso autonomamente la decisione di *Rollback.*
- *heuristic commit*: l'operazione di *Rollback* è fallita (ad esempio perché dopo il *Prepare* il coordinatore non è riuscito a scrivere sul suo log) poiché tutti i partecipanti hanno deciso autonomamente per il *Commit*.
- *heuristic mixed*: alcuni partecipanti hanno deciso autonomamente per il *Commit* mentre altri per il *Rollback.*
- *heuristic hazard*: non si conosce la decisione di alcuni partecipanti. Le decisioni note sono tuttavia tutte di *Commit* o di *Rollback.*

La Transazione inizia quando una applicazione crea una nuova attività di gruppo inviando un messaggio *WS-CTX begin*, e conseguentemente viene creato il corrispondente coordinatore WS-ACID. Il coordinatore parte dallo stato di *Active*, e possiede un tempo di vita pari a quello della transazione associata; questo significa che se scade il tempo di vita della transazione, allora l'attività verrà completata nello stato *RolledBack* e il coordinatore eseguirà la coordinazione concordemente con lo stato di terminazione raggiunto.

L'attività transazionale può terminare sia con la conferma che con l'annullamento attraverso il messaggio *WS-CTX complete* che in questo protocollo viene esteso contenendo sia il codice di completamento *WSACID commit* che *WSACID rollback* a seconda del tipo di completamento per la transizione.

Se con la transazione è stato arruolato un solo partecipante, il coordinatore inizierà il protocollo *OnePhaseCommit*, e transiterà nello stato di *RolledBack* o *Committed*, a seconda della decisione restituita dal partecipante. Se invece ci sono più partecipanti, il coordinatore passerà alla fase di preparazione e invierà un messaggio *WSACID prepare* a tutti i partecipanti.

Se tutti i partecipanti dovessero essere *read-only* , la transazione è completata, e il coordinatore transiterà nello stato di *Committed*, e lo stato di completamento dell'attività associata sarà *Success*.

Alternativamente, qualsiasi messaggio di errore ricevuto da un partecipante, o l'indicazione di un partecipante non preparato, causerà la transizione del coordinatore nello stato di *RollingBack*, nel quale invierà un messaggio di *WSACID rollback* a tutti i partecipanti. Subito dopo, esso transiterà nello stato di *RolledBack,* mentre il stato di completamento dell'attività sarà *Failure*.

Assumendo che tutti i partecipanti abbiano preparato con successo, il coordinatore entrerà nello stato di *Prepared,* nel quale prenderà la decisione finale. In tal caso dovrà ricordare sufficienti informazioni, in maniera persistente, per assicurare che la decisione possa essere condotta a termine anche in caso di fallimenti. Quando il coordinatore avvierà

la seconda fase del protocollo, passerà nello stato di *Committing*, in cui raccoglierà i vari riscontri di *committed*, e in seguito transiterà nello stato di *Committed*.

Se la transazione viene confermata allora lo stato di completamento del messaggio *WS-CTX completed* conterrà il codice *WSACID Committed*, se invece viene annullata il codice sarà *WSACID RolledBack*.

Il modello ACID transaction supporta due stili di implementazione: l'approccio *singleton*, con cui un servizio partecipante è implicitamente associato a una sola transazione, e l'approccio *factory*, con cui un unico servizio partecipante può gestire i partecipanti a nome di varie diverse transazioni.

Un partecipante registrato può ricevere i seguenti messaggi :

6. *prepare*: il coordinatore ha iniziato la fase di preparazione. Il partecipante può rispondere con messaggi *voteReadonly*, *voteCommit* o *voteRollback* indicando se è o meno in gradi di confermare. I messaggi *voteReadonly* e *voteRollback* possono essere inviati anche in modo autonomo dai partecipanti cioè prima di aver ricevuto il messaggio *prepare*. Se il partecipante è un coordinatore subordinato e non può determinare lo stato di alcuni dei suoi partecipanti registrati allora può inviare un messaggio di errore con un codice *HeuristicHazard* oppure se determina che alcuni dei suoi partecipanti hanno confermato e altri hanno annullato allora può restituire un messaggi di errore *HeuristicMixed*

7. *rollback*: il coordinatore vuole annullare la transazione. Se il partecipante riceve questo messaggio dopo aver ricevuto un messaggio *prepare*, allora ogni errore a questo punto causerà un *heuristic outcome*. Se il partecipante è un coordinatore subordinato e non può determinare se tutti i suoi partecipanti registrati potranno terminare allora può restituire un messaggio di errore *HeuristicHazard* mentre se determina che alcuni partecipanti hanno confermato allora deve restituire il codice *HeuristicMixed*. Se i partecipanti hanno confermato piuttosto che annullare allora deve restituire il messaggio *HeuristicCommit*. Se non si verificano problemi infine invia un messaggio *rolledback*; questo messaggio potrebbe essere inviato anche autonomamente da un partecipante cioè prima di aver ricevuto un messaggio *rollback*

8. *commit*: il coordinatore non è un coordinatore subordinato e vuole confermare la transazione. Ogni errore a questo punto causerà un *heuristic outcome*. Se il partecipante è un coordinatore subordinato e non può determinare se tutti i suoi partecipanti registrati potranno terminare allora può restituire un messaggio di errore *HeuristicHazard* mentre se determina che alcuni partecipanti hanno confermato allora deve restituire il codice *HeuristicMixed*. Se i partecipanti hanno annullato piuttosto che confermare allora deve restituire un messaggio *HeuristicRollback*. Se non si verificano problemi infine invia un messaggio *committed*

9. *onePhaseCommit*: se è registrato un solo un partecipante allora il coordinatore può ottimizzare la fase di *commit* non eseguendo la fase di *prepare*. Se un partecipante è un coordinatore subordinato e non può determinare come potranno terminare tutti i suoi partecipanti allora deve restituire un messaggio di errore *HeuristicHazard* mentre se solo alcuni partecipanti hanno confermato allora restituirà un messaggio *HeuristicMixed*. Se non ci sono problemi potrà essere restituito sia un messaggio *committed* che *rolledback*

10. *forgetHeuristic*: il partecipante ha preso una decisione post-prepare contraria a quella del coordinatore e ha causato un non-atomic (heuristic) outcome. Se ciò accade il partecipante deve ricordare la decisione presa in modo persistente fino a quando il coordinatore non gli invia questo messaggio a cui invierà come risposta un *heuristicForgotten* message

- **Protocollo Synchronizations**

Un partecipante può registrarsi al protocollo *Synchronizations*, se non vuole prendere parte al 2PC, ma vuole essere informato quando esso inizi, e quando sia stato completato.

Il protocollo in questione permette tuttavia che un partecipante di questo tipo possa influenzare la decisione del coordinatore. Se infatti quest'ultimo dovesse ricevere un messaggio di errore da un partecipante *Synchronization*, dovrà prendere una decisione globale di *Rollback*.

I messaggi inviati dal coordinatore sono:

- *beforeCompletion*: l'esecuzione del protocollo 2PC sta per essere avviata. Ogni errore a questo punto genererà un annullamento della transizione mentre se il ci sono problemi, verrà restituito un messaggio di successo *beforeCompleted*.

- *afterCompletion*: l'esecuzione del protocollo 2PC è stata completata. Qualunque errore a questo punto non influirà sulla transazione mentre se non ci sono problemi verrà generato un messaggio *afterCompleted*.

- **Long Runnig Action (LRA)**

Gli autori di WS-TXM ritengono che il modello per transazioni ACID di tipo tradizionale non sia adatto per tutti i tipi di applicazioni. In particolare, ritengono che sia inadatto per molte applicazioni di tipo business-to-business per i seguenti motivi:

- molte applicazioni business-to-business richiedono un supporto transazionale che garantisca risultati consistenti, ma più spesso richiedono anche computazioni di lunga durata, tra sistemi debolmente accoppiati e tra componenti che non condividono dati. Risulta pertanto difficile utilizzare le transazioni ACID tradizionali

- i meccanismi disponibili con i sistemi transazionali tradizionali consentono una composizione di transazioni sequenziale e concorrente. Sono sufficienti se l'applicazione può essere rappresentata come una singola transazione principale, ma, frequentemente, questo non è il caso per i servizi Web;

- nel modello tradizionale, se una transazione di lunga durata richiedesse il *Rollback*, sarebbe necessario cancellare, con operazioni di annullamento, una grande quantità di lavoro già effettuato

Sulla base delle precedenti considerazioni, WS-TXM introduce il modello *Long Running Action* (LRA), che rivolge ad applicazioni che richiedono:

- interazioni di lunga durata;

- commit negoziabile a run-time;

- rilassamento della proprietà di isolamento.

Nel modello LRA, ciascuna attività è legata alla visibilità di una interazione di compensazione. Anche le azioni effettuate all'interno di una LRA devono restare compensabili fino a quando l'attività che le racchiude non comunica che non è più necessario.

Un *Compensator* è un partecipante LRA che opera per conto di un servizio per annullare il lavoro che questo effettua o per compensare il fatto che il lavoro originale non può essere completato.

Quando un servizio effettua del lavoro all'interno di una LRA, e tale lavoro potrebbe dover essere compensato in seguito, arruola un *Compensator* come partecipante associato al coordinatore LRA. Il coordinatore al termine dell'attività invocherà il *Compensator*, indicandogli se dovrà compensare o meno. Eventualmente, per effettuare l'operazione di compensazione, il *Compensator* potrebbe richiamare a sua volta altre LRA, aventi anch'esse dei compensatori.

A ciascun servizio è richiesta di tracciare sufficienti informazioni per poter assicurare che sia possibile la compensazione.

La capacità di compensazione potrebbe essere, in generale, una capacità solo transiente. Per quanto riguarda LRA innestate, invece, WS-TXM richiede che il lavoro effettuato al loro interno rimanga compensabile fino al completamento dell'attività padre.

WS-TXM fornisce un esempio di Composizione Dinamica, in cui l'applicazione consiste nella prenotazione di alcuni servizi dalle compagnie che offrono i costi minori.

In generale, un'applicazione può utilizzare diverse LRAs, in modo sequenziale o concorrente, a seconda delle necessità. L'applicazione potrebbe essere strutturata in maniera tale che, mentre alcune LRAs sono ancora nello stato attivo si richieda un lavoro nell'ambito di altre LRAs. Dal risultato di queste ultime, l'applicazione potrebbe decidere quali attività, tra le prime, confermare e quali compensare. Così, se ogni LRA corrispondesse ad una certa unità di lavoro, l'applicazione potrebbe scegliere in tempo reale quali lavori confermare.

- **Protocollo di compensazione**

Il protocollo è molto semplice e prevede l'esistenza di due attori: *Compensator* e Coordinator.

Il protocollo prevede quindi che, al termine di una LRA, il coordinatore invochi ogni compensatore registrato con uno dei seguenti messaggi:

- *complete*: la LRA è stata completata con successo. Se la LRA è innestata, allora i *Compensators* con essa arruolati possono arruolare se stessi (o nuovi *Compensators*) con la LRA padre, altrimenti possono effettuare le necessarie operazioni di cleanup
- *compensate*: la LRA è stata completa con *Fail*. Tutti i compensatori registrati con la LRA saranno invocati in ordine inverso a quello con cui sono stati arruolati. Il coordinatore potrà dimenticare le informazioni dei compensatori che indicheranno di aver operato correttamente inviando un messaggio di riscontro *compensated*, mentre per gli altri potrà ritentare l'invocazione (possibilmente dopo un periodo di tempo) oppure potrà tracciare una violazione di compensazione. Un compensatore che non possa compensare deve mantenere le sue informazioni fino a quando non riceva il messaggio di *forget*, indicante che il coordinatore è consapevole del problema

- **Business Process transaction (BP)**

Per supportare relazioni multi-dominio tra servizi Web, su larga scala, e di lunga durata, WS-TXM fornisce il modello *Business Process*. Questo definisce tutta una serie di protocolli, adatti sia per interazioni sincrone che per interazioni asincrone (la risposta ad una richiesta può richiedere molto tempo).

Un *Business Process* rappresenta un particolare tipo di Attività Coordinata. Questo particolare tipo di attività è costituita da un insieme di task, ognuno appartenente ad un dominio di business. Ogni dominio di business è responsabile dell'esecuzione di un singolo task, ed è suddivisibile in sotto-domini, in modo ricorsivo.

Un business task può rappresentare l'elaborazione congiunta di diversi servizi, ma WS-TXM assume che sia una singola unità di lavoro compensabile: ad esempio, può essere una transazione ACID, una LRA, un altro Processo Business, ma può anche essere definito secondo modelli forniti da terze parti. Il modo in cui la compensazione viene realizzata rappresenta sempre un aspetto di tipo applicativo.

A differenza degli altri modelli definiti da WS-TXM, in BP gioca un ruolo fondamentale l'intervento umano. Si assume infatti che questo non debba essere relegato alle sole operazioni derivanti da eventi anomali, ma che possa essere una parte importante anche nella gestione e nel monitoraggio dell'intero processo di business. La natura asincrona di BP permette tempi arbitrariamente lunghi tra richieste e rispose, proprio per supportare questo tipo di interazioni.

In questo modello il concetto di compensazione viene applicato anche ai singoli task componenti: se un task riesce a compensare allora può riportarsi nello stato di *Working*, inoltre, poiché l'intervento umano può essere richiesto ordinariamente per eseguire un azione compensatrice, questa, nel modello BP, potrà durare un tempo arbitrariamente lungo, e ogni task dovrebbe essere strutturato di conseguenza.

Nel modello BP l'unica informazione aggiuntiva nel contesto è un elemento *process-id* che rappresenta l'identificativo del processo di business.

Ogni Business Task, e dunque il Dominio di Business a cui è associato, viene gestito da un opportuno agente coordinatore, subordinato (interposed) al coordinatore principale, formando una relazione padre - figlio. Tale agente è responsabile per il proprio dominio, e può essere, in accordo al Business Task che gestisce, un *ACID Coordinator*, un *LRA Coordinator*, un altro *BPCoordinator*, o può agire da traduttore per un altro protocollo.

Il *TerminatorParticipant* risiede tipicamente alla radice del processo di business process; questo può essere sia la radice superiore (cioè il client) o una sottoradice per business tasks innestati. Ciascun sottodominio (task) ha un *BusinessTaskCoordinator* che lo lega al processo di business globale.

WS-TXM classifica i protocolli per Processi Business in due gruppi: protocolli guidati dal Dominio di Business, e protocolli guidati dal coordinatore.

Al primo gruppo appartengono i protocolli:

- *Terminate-notification*: utilizzato per informare i partecipanti sullo stato di completamento del Processo Business (*Confirmed* o *Cancelled*)
- *BusinessProcess*: utilizzato da un partecipante per comunicare l'impossibilità ad eseguire il lavoro richiestogli. Solitamente è il coordinatore BP a registrarsi presso il partecipante per questo protocollo, in maniera da poter intraprendere delle azioni di compensazione

Al secondo gruppo, invece, appartengono i protocolli:

- *Checkpoint*: utilizzato dal coordinatore per richiedere a tutti i partecipanti di stabilire un punto di ripristino, individuato univocamente da un identificatore, dal quale poter ripartire successivamente, su sua richiesta, in caso di failures
- *Restart*: utilizzato dal coordinatore per comunicare ad ogni partecipante che dovrà ripartire da un punto di ripristino specificato
- *WorkStatus*: utilizzato dal coordinatore per richiedere ad ogni partecipante lo stato di avanzamento del lavoro richiestogli nello scope del Processo Business
- *Completion*: utilizzato dal coordinatore per richiedere a tutti i partecipanti la conferma o la cancellazione del lavoro eseguito nell'ambito del Processo

- **Protocollo Terminate-notification**

In processo di business transazionale non ci può mai essere un singolo terminatore oppure il ruolo del terminatore può derivare dalle interazioni di business. Ciascuna entità che voglia essere avvisata sulla terminazione di un Processo di Business può registrarsi presso il coordinatore come *TerminatorParticipant*, istanza di un WS-CF *Participant*.

Il *Terminator* sarà contattato automaticamente dal coordinatore quando il Processo di Business entrerà in uno stato di completamento (*Confirmed* o *Cancelled*).

Il *TerminatorParticipant* accetta i seguenti messaggi:

- *confirmComplete*: il coordinatore informa il partecipante che il Processo di Business può essere completato con successo. Il *TerminatorParticipant* dovrà rispondere con un messaggio di riscontro *confirmCompleted*, mentre ogni altra risposta sarà ignorata dal coordinatore.
- *cancelComplete*: il coordinatore BP informa il partecipante che il Processo di Business può solo essere annullato. Il TerminatorParticipant dovrà rispondere con un messaggio di riscontro *cancelCompleted*, mentre ogni altra risposta sarà ignorata dal coordinatore.

WS-TXM specifica che non è nei suoi scopi decidere se debba esserci o meno un solo *TerminatorParticipant*, poiché questa è una decisione applicativa.

- **Protocollo Business Process**

Se un partecipante verifica che non può eseguire correttamente il proprio lavoro, può causare il fallimento dell'intero Processo Business oppure può dare l'opportunità al proprio coordinatore padre di intraprendere qualche azione di compensazione. Questa compensazione sarà specifica per il Processo di Business, e potrebbe consistere, ad esempio, nella rimozione del partecipante dal Processo o nel richiedere al partecipante qualche lavoro alternativo.

Affinché un coordinatore subordinato possa comunicare al padre la propria impossibilità ad eseguire il lavoro richiestogli, il padre dovrà essere registrato come *BusinessProcessParticipant*, e dovrà utilizzare il protocollo *BusinessProcess*.

Il *BusinessProcessParticipant* accetta i messaggi:

- *failure*: il subordinato invia questo messaggio a tutti i partecipanti, e dunque anche al coordinatore padre , per indicare che non può eseguire il lavoro richiestogli. Il *BusinessProcessParticipant* dovrà rispondere con un messaggio di riscontro *failureAcknowledged*, mentre ogni altra risposta sarà ignorata.
- *failureHazard*: si verifica la stessa situazione del messaggio precedente e in più il subordinato non è capace di cancellare completamente il lavoro fatto. Il *BusinessProcessParticipant* dovrà rispondere con un messaggio di riscontro *failureHazardAcknowledged* mentre ogni altra risposta sarà ignorata.

- **Protocollo CheckPoint**

Con il protocollo *checkpoint* ciascun dominio crea un checkpoint da cui potrà ripartire quando gli verrà chiesto. Ciascun checkpoint è identificato univocamente e l'identificatore può essere usato successivamente per riavviare il business process da quello specifico checkpoint. Il qualificatore *checkpointTimelimit* può essere restituito per indicare per quanto tempo il checkpoint rimarrà valido.

L'applicazione client, nel ruolo di *ClientRespondant*, può avviare l'esecuzione di questo protocollo in qualsiasi momento, inviando al coordinatore (*CoordinatorParticipant*) un messaggio di *createCheckpoint*. In seguito alla richiesta del *ClientRespondant*, il coordinatore invierà un messaggio *checkpoint* a tutti i partecipanti registrati come *BusinessTaskCoordinator* per questo specifico protocollo. Alla ricezione del messaggio, il partecipante dovrà creare un punto di ripristino consistente, associandovi l'identificatore univoco fornito nel messaggio stesso.

Il checkpoint così creato dovrà essere mantenuto per tutta la durata del Processo Business. Se il checkpoint è stato creato senza problemi, il partecipante restituirà un messaggio di riscontro *checkpointed*, altrimenti restituirà un messaggio *checkpointFailed*. Se è stato ottenuto un messaggio *checkpointed* da tutti i partecipanti, allora il coordinatore invierà al *ClientRespondant* un messaggio *checkpointingSucceeded*, altrimenti invierà un messaggio *checkpointingFailed*.

- **Protocollo Restart**

L'applicazione client, nel ruolo di *ClientRespondant*, può avviare l'esecuzione di questo protocollo inviando al coordinatore (*CoordinatorParticipant*) un messaggio *tryRestart* che contiene l'identificatore univoco del checkpoint. Se l'identificatore del checkpoint contenuto nel messaggio non è valido il coordinatore invierà al *ClientRespondant* un messaggio di errore *invalidCheckpoint*.

In seguito alla richiesta del *ClientRespondant*, il coordinatore invierà un messaggio *restart* a tutti i partecipanti registrati come *BusinessTaskCoordinator* per questo specifico protocollo. Alla ricezione del messaggio, ogni partecipante dovrà ripartire dal checkpoint specificato e dovrà annullare tutto il lavoro che aveva eseguito dopo questo punto. Se il partecipante non potesse ripartire dal punto specificato, dovrà rispondere con un messaggio *cannotRestart*, altrimenti, in caso di ripristino con successo del checkpoint, risponderà con un messaggio di notifica *restarted*.

Una volta ricevute tutte le risposte, se è stato ottenuto un messaggio *restarted* da tutti i partecipanti, il coordinatore invierà al *ClientRespondant* un messaggio *restartedSuccessfully*, includendo l'identificatore del checkpoint. Viceversa, il coordinatore invierà un messaggio *restartFailed*, e lo stato di completamento dell'Attività che rappresenta il Processo Business sarà portato a *FAIL_ONLY*.

- **Protocollo WorkStatus**

Una applicazione può utilizzare il protocollo *WorkStatus* per sapere se un Processo Business possa essere completato con successo, ovvero se tutti i lavori richiesti siano stati effettuati.

L'applicazione client, nel ruolo di *ClientRespondant*, può avviare l'esecuzione di questo protocollo in qualsiasi momento, inviando al coordinatore (*CoordinatorParticipant*) un messaggio di *getWorkStatus*. In seguito alla richiesta del *ClientRespondant*, il coordinatore invierà un messaggio *workStatus* a tutti i partecipanti registrati come *BusinessTaskCoordinator* per questo specifico protocollo. Ogni partecipante risponderà indicando lo stato corrente del task gestito, che potrà essere *Processing*, *Completed* o *Cancelled*. Se il partecipante è pronto per completare con successo, risponderà con un messaggio *workCompleted*, mentre se ha già annullato il suo lavoro risponderà con un messaggio *workCancelled*, e lo stato di completamento del Processo sarà settato a *FAIL_ONLY*. Infine, se il partecipante sta ancora elaborando, risponderà con *workProcessing*. Ai precedenti messaggi di risposta, WS-TXM suggerisce che possono essere aggiunti dei qualificatori per indicare, ad esempio, quanto tempo dovrà durare l'elaborazione ancora in corso.

Dato che il lavoro effettuato da ogni dominio business può richiedere un tempo arbitrario per essere eseguito, è anche possibile che un partecipante informi spontaneamente il coordinatore quando ha completato (sia in caso di successo che di fallimento). In tal caso, il partecipante che ha completato, può inviare spontaneamente al coordinatore un messaggio di *workCompleted* o *workCancelled*. Una volta ottenute le varie risposte, il coordinatore restituirà al *ClientRespondant* un messaggio di:

5) *workStatusCompleted*: se tutti i partecipanti hanno risposto con un *workCompleted*
6) *workStatusCancelled*: se tutti i partecipanti hanno risposto con un *workCancelled*
7) *workStatusProcessing*: se almeno un partecipante ha risposto con un *workProcessing*

Nel caso in cui tutti i Task abbiano completato, oppure cancellato , oltre alle azioni suddette, il coordinatore eseguirà anche il protocollo *Terminate-notification* precedentemente descritto.

- **Protocollo Completion**

Il protocollo *Completion*, sarà eseguito automaticamente quando l'attività che rappresenta il Processo Business sarà terminata.

Il partecipante accetta i messaggi:

□ *confirm*: il coordinatore invia questo messaggio a tutti i partecipanti, quando lo stato di completamento dell'attività di business è *Success*, per richiedere la conferma di tutto il lavoro già effettuato nello scope del Processo di Business. Il partecipante che riceve il messaggio dovrà rispondere con un messaggio di:

  - *confirmed*: in caso di successo;
  - *cancelled*: se il lavoro non può essere confermato; in questo caso, tutto il lavoro già eseguito dal partecipante dovrà essere annullato;
  - *confirming*: se l'incapacità nel confermare è solo transiente;

- *unknownResult*: se il partecipante non riesce a determinare se sia possibile confermare.

- *cancel:* il coordinatore invia questo messaggio a tutti i partecipanti, quando lo stato di completamento dell'attività di business è *FAIL* o *FAIL_ONLY*, per richiedere l'annullamento di tutto il lavoro già effettuato nello scope del Processo di Business. Il partecipante che riceve il messaggio dovrà rispondere con un messaggio di:
  - *cancelled*: in caso di successo;
  - *confirmed*: se era stato eseguito del lavoro che non può annullare;
  - *cancelling*: se l'incapacità nell'operazione di annullamento è solo transiente. Il coordinatore potrà informarsi in seguito;
  - *unknownResult*: se il partecipante non riesce a determinare correttamente se sia possibile annullare.
  - Il coordinatore, raccolte tutte le risposte dai partecipanti, notificherà il richiedente con i seguenti messaggi:
  - *processConfirmed*: se tutti i lavori del processo di business sono stati eseguiti con successo;
  - *processCancelled:* se tutti i lavori del processo di business sono stati annullati;
  - *unknownResultOccurred*: se non è possibile stabilire il risultato di tutti i partecipanti; tale messaggio contiene gli identificativi di tutti i partecipanti incerti;
  - *mixedResponse*: se alcuni partecipanti hanno annullato mentre altri hanno confermato; tale messaggio contiene gli identificativi di tutti i partecipanti, e per ognuno indica se ha annullato o confermato.

1.1.2 La sperimentazione

Coerentemente con le scelte tecnologiche effettuate nell'ambito della piattaforma FOODSYS, la sperimentazione si è concentrata sulla gestione delle transazioni e dei failure dei processi BPMN. A tale scopo vengono utilizzati gli *handler* di compensazione e di eccezione.

I failure che sono in grado di interrompere un processo possono essere di tre tipi:

4 Guasti tecnici: sii tratta di eventi al di fuori del contesto di esecuzione del processo e che lo rendono non disponibile. Esempi di guasti tecnici includono malfunzionamento del disco rigido, gli errori della CPU, e così via. Per loro stessa natura non possono essere gestiti ed il processo è interrotto sino a quando non si risolve il guasto

5 Eccezioni transienti: si tratta di situazioni temporanee che possono risolversi da soli nel tempo. Esempi potrebbero includere un'interruzione della rete, un servizio WEB non disponibile o un database non in linea. In questo caso il processo è sospeso dopo un certo numero di tentativi falliti e potrà essere ripreso solo manualmente, dopo che il problema è stato affrontato e risolto

6 Business exeception: si tratta di eccezioni di business generalmente relative ai dati, come ad esempio il mancato riconoscimento del numero di conto corrente o l'assenza di fondi per le operazioni previste

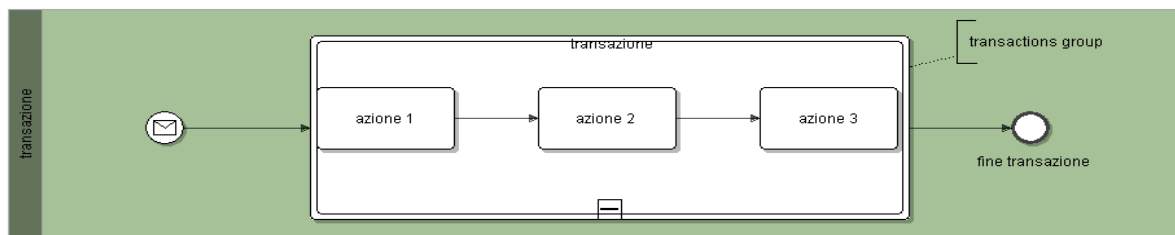
Ci sono tre meccanismi per la progettazione della gestione delle eccezioni transitorie e di bussiness:

- Transazioni
- Execption Handler
- Compensazioni

Questi tre meccanismi servono per impedire il fallimento dei processi, forniscono percorsi alternativi quando si verificano le eccezioni e innescano azioni compensative per annullare le transazioni completate.

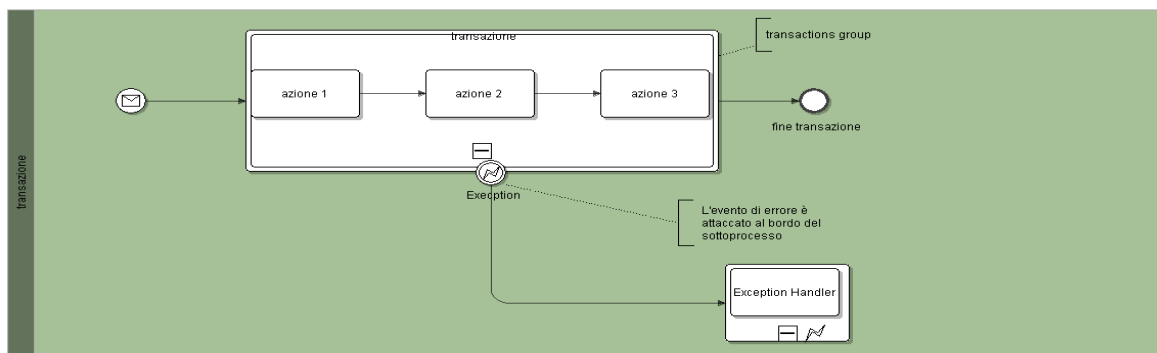
Tutti e tre i meccanismi sono ulteriormente descritti di seguito.

- Transazioni

Per indicare che una o più attività fanno parte della stessa transazione si usa raggrupparle in un sotto-processo marcato “set as transactional” (sub-process con bordo doppio secondo la notazione BPMN) come raffigurato:

I 'transactions group' sono una sequenza di task indivisibili, in cui o tutte le azioni dei task vengono eseguite o nessuna di esse. Se una delle azioni fallisce, allora tutte le precedenti attività saranno annullate.

- Execption Handlers

I gestori delle eccezioni (exception handlers) reindirizzano il flusso del processo quando viene rilevata un'eccezione. Ad esempio, un task può tentare di addebitare una somma su un conto, ma il conto non ha fondi sufficienti. Come risultato può essere sollevata un’eccezione seguita da un flusso alterativo. Ad esempio, l’handler può semplicemente informare l'utente dell'eccezione sollevata durante l'esecuzione del processo.

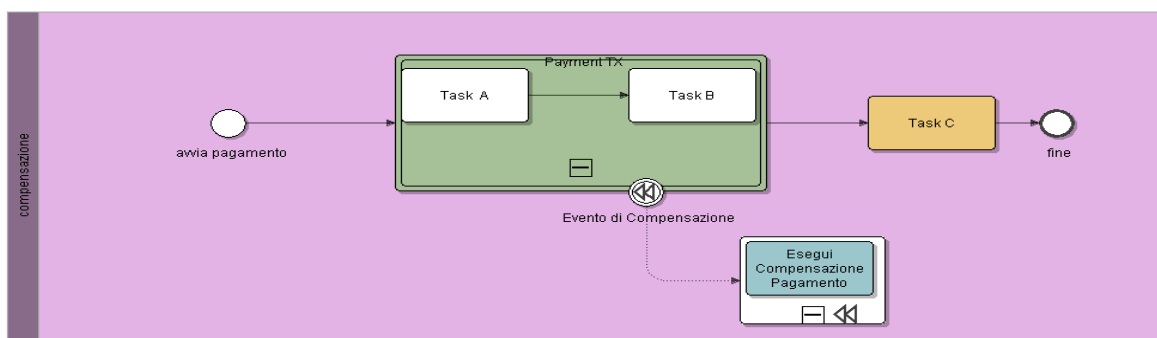
In un diagramma di processo gli exception handler sono collegati al sottoprocesso come raffigurato:

Come mostra la figura, l'evento di errore è collegato sul bordo del sottoprocesso, ed in caso di eccezione il flusso del processo è reindirizzato verso l'Exection Handler.

- Compensazioni

La compensazione definisce un flusso di processo che annulla un'azione portata a termine se un successivo task fallisce. Ad esempio, il Task A riceve il pagamento per i servizi forniti e completa. Successivamente, il task C fallisce. La compensazione associate Task A esegue attività di restituzioni del pagamento.

Si osserva che le compensazioni non vengono eseguiti se il task che fallisce è assegnato a un gestore di eccezioni.

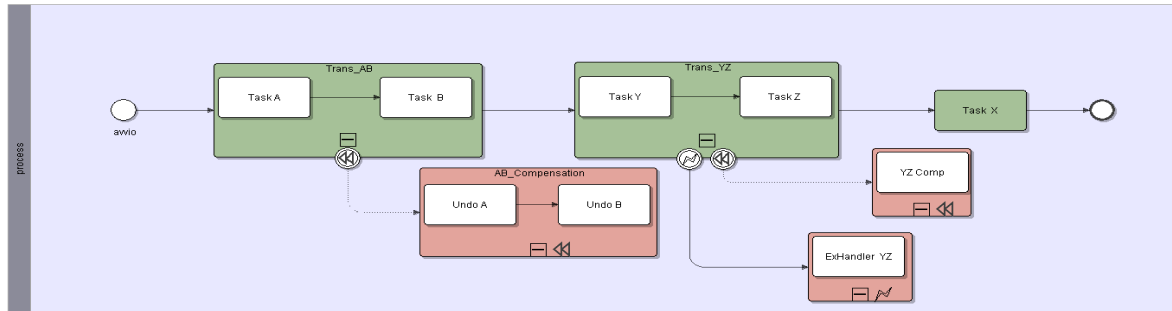
In un diagramma di processo, le compensazioni sono progettate assegnando un evento di compensazione al sotto-

processo e collegandolo con l'attività (o la sequenza di attività) che compensano le attività svolte.

1.1.2.1 Compensazioni VS Gestione eccezioni

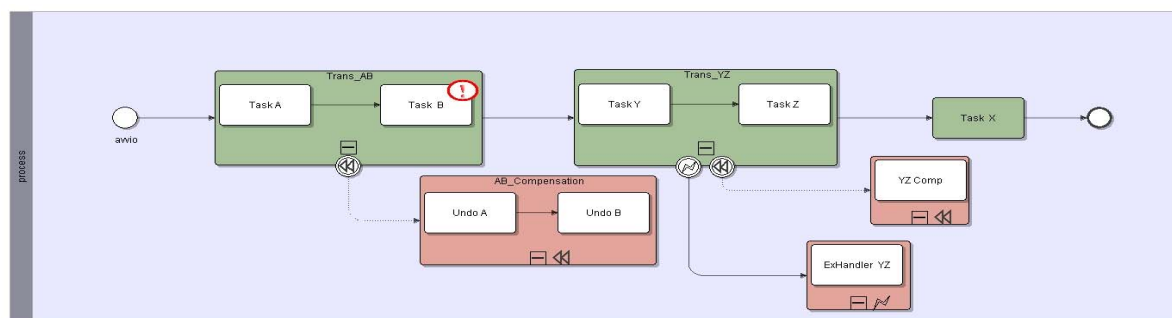
Se un'attività fallisce e genera un'eccezione la presenza di un gestore di eccezioni fornisce un flusso alternativo che impedisce al processo di fallire e di seguire un flusso alternativo di controllo.

Tuttavia, il gestore di eccezioni impedisce l'esecuzione della compensazione associata alle precedenti attività completate. La compensazione viene eseguita solo quando le eccezioni non sono gestite in modo esplicito.

I casi d'uso seguenti utilizzano lo stesso schema di processo per illustrare come i gestori delle eccezioni e delle compensazioni sono attivati:

- *No Exception Handling, No Compensation*
- *Exception Handler Triggered*
- *Compensations Triggered*
- *Order of Compensations*

- No Exception Handling, No Compensation

In questo caso d'uso:

- **Task A** eseguito e completato
- **Task B** fallisce a causa di un'eccezione di business

No Exception Handling, No Compensation

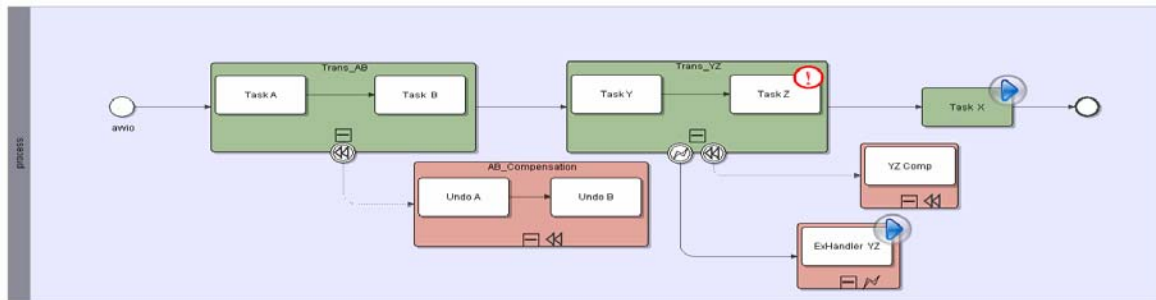
- Il processo fallisce perchè non è stata configurata la gestione dell'eccezione per il sotto-processo **Trans_AB**

- Exception Handler Triggered

In questo caso d'uso:

- Trans_AB esegue e completa.

- Task Y in Trans_YZ esegue e completa.
- Task Z fallisce a causa di un'eccezione di business.
- Viene eseguito l'exeception handler associato al Trans_YZ esegue, innescando l'attività contenuta in ExHandler_YZ.
- Task X esegue e il flusso di processo prosegue verso il completamento.

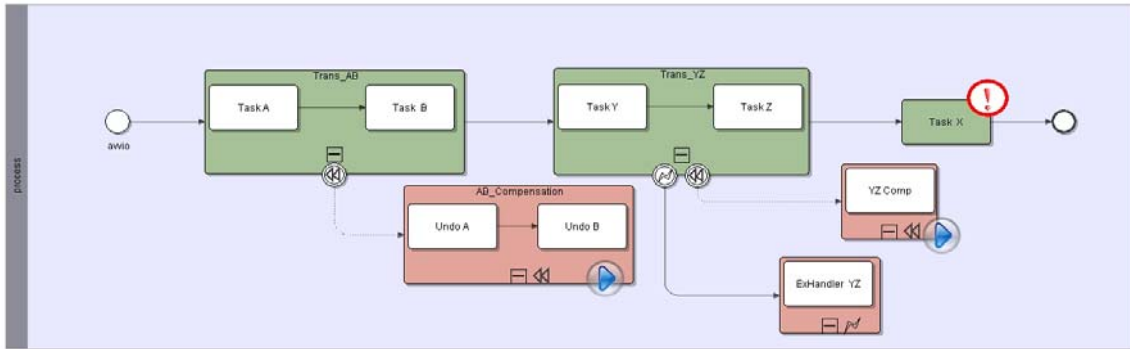
NOTA: Trans_AB non è influenzato dal fallimento, nessuna compensazione è attivata perché è l'errore è gestito

Exception handler triggered

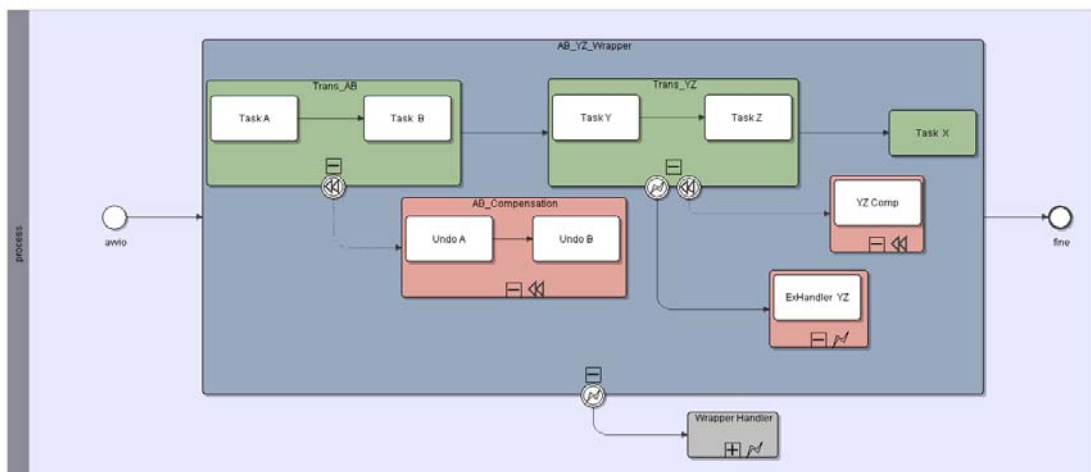
dall'handler allegato al Trans_YZ.

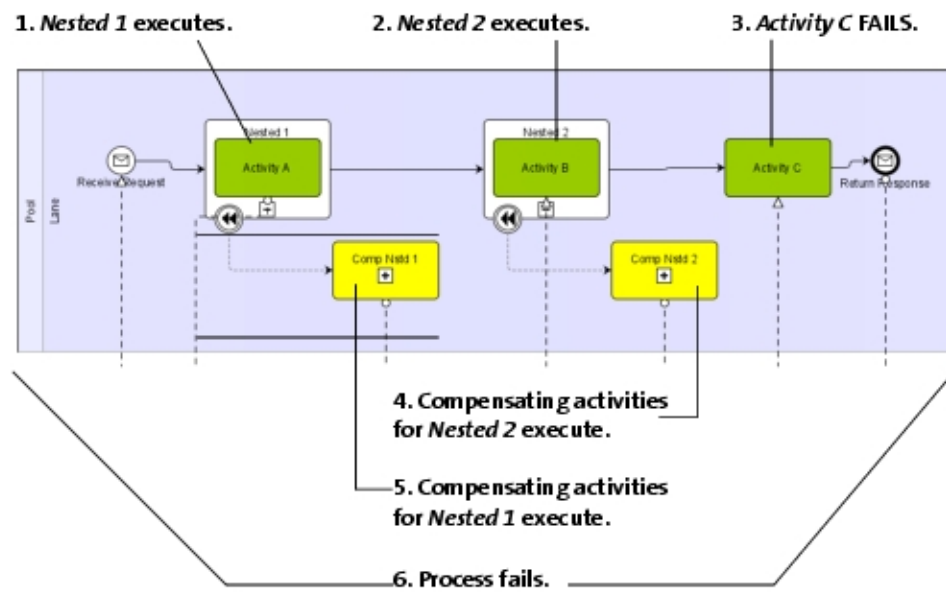
- Compensations Triggered

In questo caso d'uso:

- Trans_AB esegue e completa.
- Trans_YZ esegue e completa.
- Task X fallisce a causa di un'eccezione di business.
- La compensazione di eventi associati Trans_YZ esegue, innescando le attività di compensazione di YZ_Comp.
- La compensazione di eventi associati Trans_AB esegue, innescando le attività di compensazione di AB_Comp.

NOTA: Il gestore di eccezioni **ExHandler YZ** non viene attivato in questo caso d'uso perché *Trans_YZ* è stata eseguita correttamente.

Compensations Triggered

A questo punto, anche se le azioni sono state compensate, il processo fallisce. Per evitare errori di processo, tuttavia, l'intera sequenza (comprese le operazioni) potrebbe essere nidificata in un altro sotto-processo per il quale la gestione delle eccezioni è anche configurata come illustrato di seguito.

- Order of Compensations

Se un processo contiene più sotto-processi con compensazione, in caso di errore le compensazioni vengono eseguite in ordine inverso. Come mostrato di seguito, le attività di compensazione per la Nested 2 sub-processo sono eseguite per prima.

1.1.2.2 Creazione delle transazioni

In questa sezione vengono descritti i seguenti concetti:

- XA-Compliance e Rollback
- Impostazione delle proprietà delle transazioni
- Nesting Sub-Process

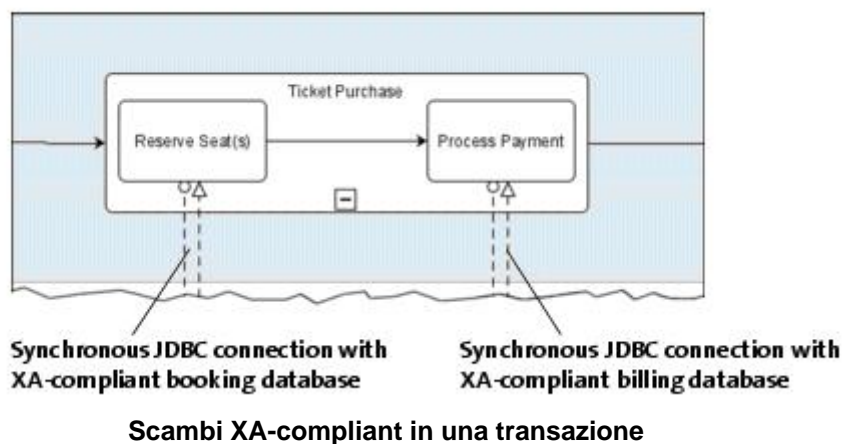
➢ XA-Compliance e Rollback

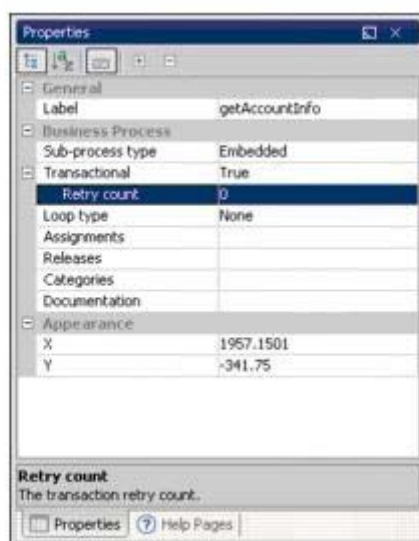
Il Transactions group di una sequenza di task rappresenta una unità indivisibile, in cui tutte le attività sono eseguite o nessuna di esse. Se un task all'interno di una transazione fallisce, tutte le operazioni precedenti eseguite vengono automaticamente annullate: rollback.

Per essere veramente transazionale, ogni comunicazione con gli altri partecipanti devono essere conformi alle specifiche XA (X/Open CAE Specification), in caso contrario non sarà possibile il roll-back e l'attività non potranno essere considerate transazionali.

Con il Roll-back le attività completate sono annullate e riportate alle condizioni iniziali. Ad esempio, in una transazione con una sequenza di due attività, dove la prima ha il compito effettuare una prenotazione e la seconda di elaborare un

pagamento con carta di credito. Tuttavia, se il pagamento con carta di credito non riesce, allora la prenotazione del posto sarà annullata.

Scambi XA-compliant in una transazione

In BPMN le transazioni sono utilizzate nei sotto-processi impostando opportune proprietà.

Con l'ausilio del Designer fornito con la piattaforma prototipale FOODSYS è possibile selezionare il sotto-processo e visualizzare il pannello delle proprietà:

Proprietà transazionale sub-processo

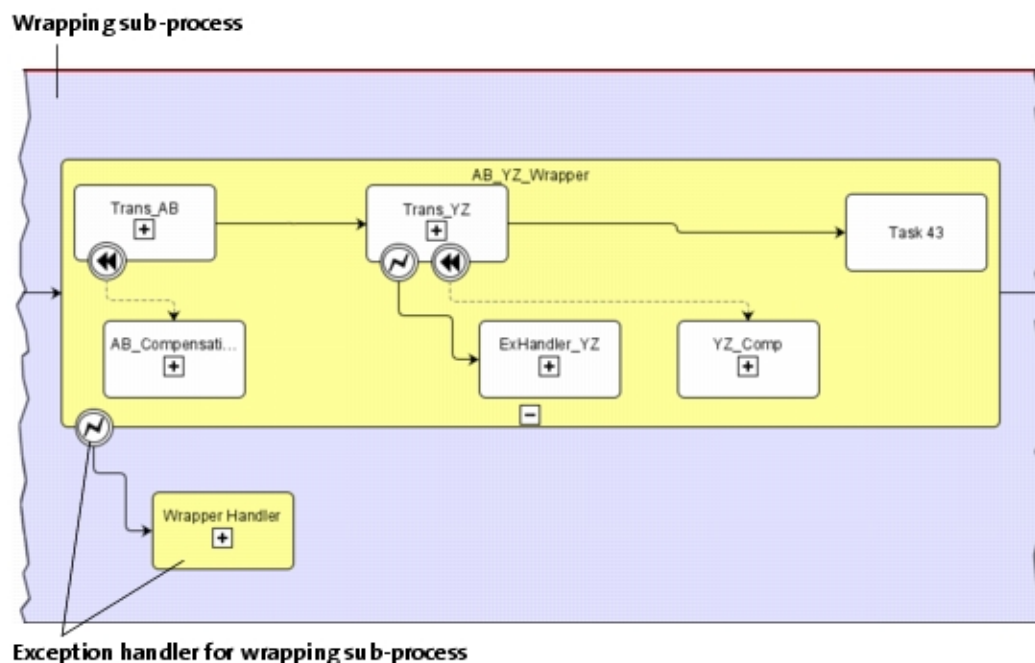
Il pannello mostra e consente di valorizzare le seguenti proprietà:

- **Label** (opzionale) - il nome della transazione come dovrebbe apparire nel diagramma di processo.
- **Transactional** - questa proprietà deve essere valorizzata a True.

- **Retry count** - indica il numero massimo di tentativi nel caso che l'operazione non riesca. Ad esempio il valore 0 (di default) indica che sarà fatto un solo tentativo.
- **Atomic Scope** - indica che tutte le operazioni che costituiscono la transazione devono essere eseguite senza interruzioni; se per un qualche motivo una qualsiasi delle operazioni dovesse fallire, allora il motore transazionale dovrà ristabilire la situazione originaria prima che la prima operazione della transazione sia stata eseguita
- **Isolated Scope** - fornisce il controllo della concorrenza in materia di accesso ad un set comune di variabili condivise. Se due o più ambiti sono isolati l'accesso a qualsiasi variabile condivisa tra di loro è sotto controllo. Tali ambiti si comportano come se fossero in sequenza (uno dopo l'altro), piuttosto che simultaneamente, come se ci fosse un lock sulla variabile (o set) e l'accesso ad essa fosse serializzato.

➢ Nesting Sub-Process

Per sfruttare appieno i gestori delle eccezioni e delle attività di compensazione è possibile nidificare le transazioni all'interno di sotto-processi. Ad esempio, le attività di compensazione potrebbero annullare le azioni eseguite dalle transazioni completate, ma non gestire l'eccezione che possono avere richiesto le compensazioni in primo luogo.

Con la nidificazione delle transazioni in un sotto-processo, tuttavia, si guadagna un nuovo livello al quale è possibile gestire l'eccezione, come illustrato di seguito:

In questo esempio, il fallimento del Task 43 sarebbe sufficiente a far scattare la compensazione per Trans_YZ e Trans_AB (in questo ordine), ma invece del fallimento del processo, a questo punto, lo handler delle eccezioni per il sub-processo AB_YZ_Wrapper permette l'esecuzione del processo per proseguire verso il completamento .

NOTA: È possibile nidificare sotto-processi all'interno di una transazione, è possibile nidificare una transazione in un sotto-processo, ma non è possibile nidificare una transazione all'interno di una transazione.

1.1.2.3 Processo di gestione dell'ordine (PGO)

Un esempio significativo di applicazione delle tecniche di compensazione e di transazione applicate ai processi tipici di una supply chain è rappresentato dal Processo di gestione dell'ordine (PGO), che di seguito viene descritto come caso particolare dell'intera sperimentazione.

Il PGO consta di varie fasi che iniziano dalla formulazione dell'offerta RFQ (Request for Quotation) sino a quella di gestione del post-vendita. Riassumiamo brevemente ogni singola fase:

1. La prima fase del PGO è **l'offerta.** Essa consiste nella ricerca del miglior equilibrio tra le potenzialità dell'offerta aziendale e le esigenze attuali e prospettiche della domanda. Essa comprende le attività di definizione della modalità d'offerta delle produzioni aziendali, quali assortimenti porre a disposizione dei clienti e a quali prezzi

2. **L'acquisizione dell'ordine** è l'insieme delle attività che permettono all'azienda di venire in possesso di tutti gli ordini sottoscritti dai clienti, di verificare la congruità dell'offerta (nei suoi elementi ritenuti essenziali) con l'ordine pervenuto in azienda; l'ordine, vagliato e validato nei suoi contenuti, è accettato dall'azienda, eventualmente è inserito nel plafond degli ordini da evadere e ne viene data conferma al cliente

3. La fase di **progettazione** consiste nel tradurre le specifiche richieste dal cliente nel prodotto

4. La fase di **industrializzazione** consiste nel definire gli input necessari per la produzione, indicati nella distinta base, nonché i reparti che saranno coinvolti nel ciclo di lavorazione, per poter programmare i cicli di lavorazione in modo da ridurre al minimo i costi e i tempi di setup richiesti dai cambi di produzione

5. La **programmazione della produzione** consiste nel complesso delle attività e decisioni che permettono di armonizzare gli ordini di produzione ricevuti o le previsioni di vendita definite dalla funzione commerciale con le potenzialità del sistema di produzione e si conclude con il lancio dell'ordine di produzione

6. La fase di **acquisto** consiste nelle attività necessarie ad immettere il materiale nel processo produttivo. Tale sotto-processo comprende tutte le attività collegate alla definizione, pianificazione, acquisizione, controllo quantitativo delle materie prime e dei componenti acquistati: esso consiste nel trattamento degli ordini d'acquisto (quantità da ordinare, tempi dei flussi, completamento degli ordini), nella selezione e gestione dei fornitori e nella stipula dei contratti (trattativa, redazione e firma)

7. La **gestione avanzamento produzione** consiste nelle attività che consentono un confronto tempestivo e continuo tra quantità prodotte e quantità previste dai cicli di lavoro e la rilevazione dei ritardi o degli anticipi e di tutte le azioni volte a correggere e rimuovere le cause d'inefficienza; questo costante controllo permette di avere una piena visibilità dello stato d'avanzamento degli ordini/commesse in lavoro

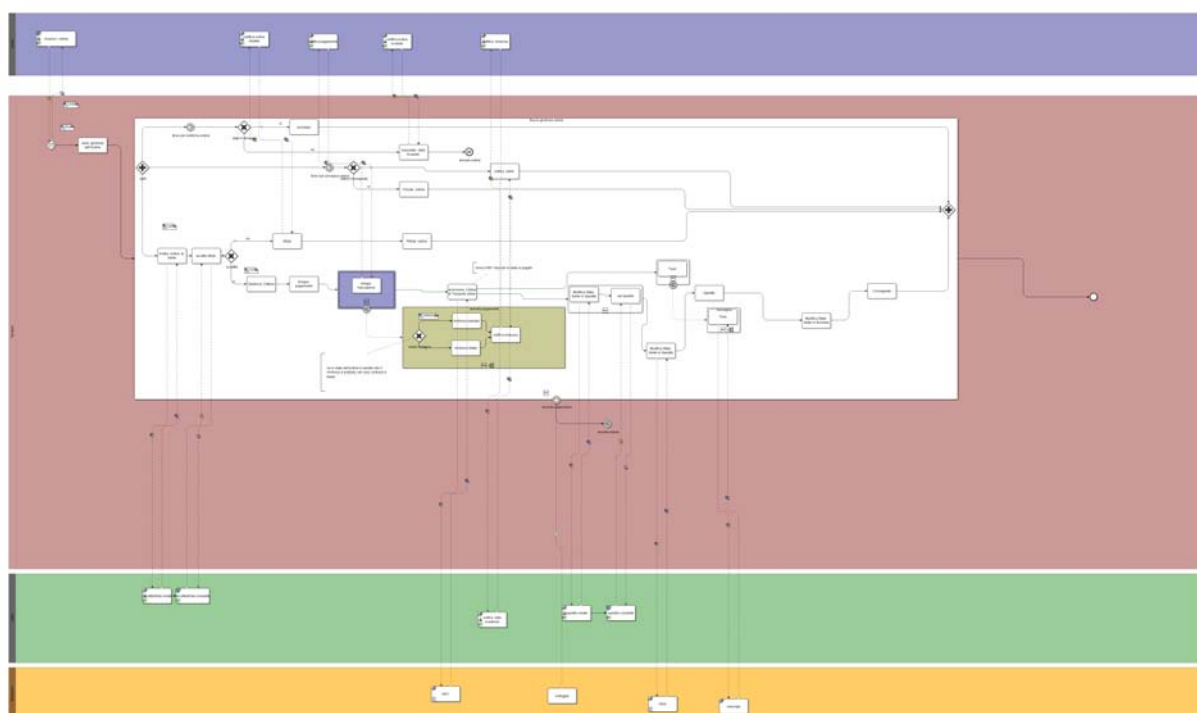
8. La **gestione delle spedizioni** consiste in tutte le attività di programmazione delle spedizioni, ottimizzazioni dei carichi in funzioni dei mezzi di trasporto utilizzati, ottimizzazione dei percorsi, gestione degli spedizionieri e della preparazione della documentazione di trasporto occorrente
9. La fase di **post-vendita** è l'attività di gestione e monitoraggio dei reclami fatti dai clienti, la loro classificazione e registrazione per tipologia di reclamo (commerciale, di prodotto, di condizioni di pagamento, etc.) e l'eventuale formazione/istruzione al cliente per risolvere in prima istanza il problema

Di seguito è riportata una tabella riepilogativa dei sotto processi che compongono il processo di gestione dell'ordine.

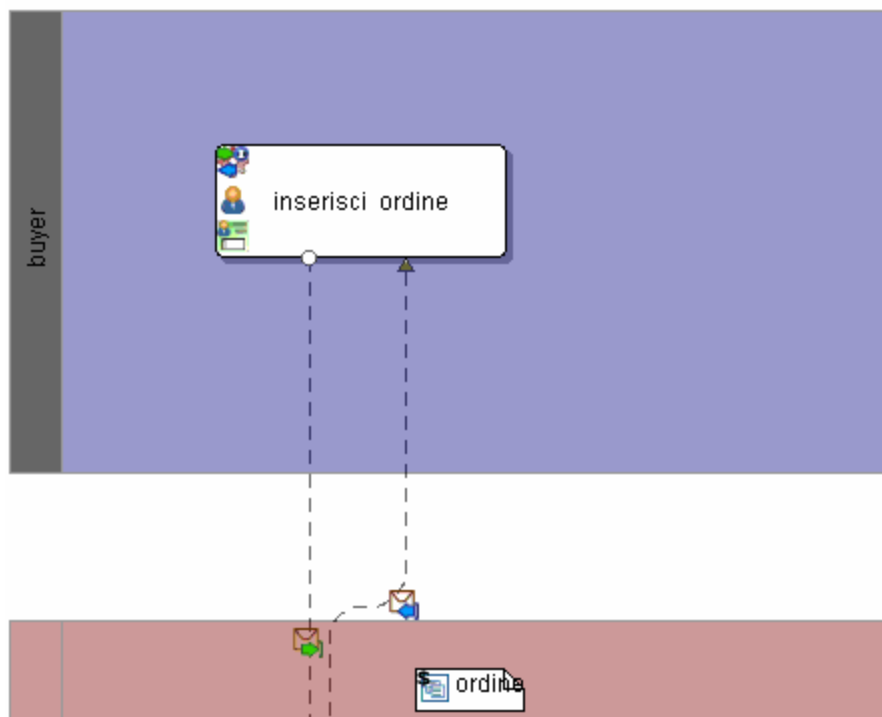
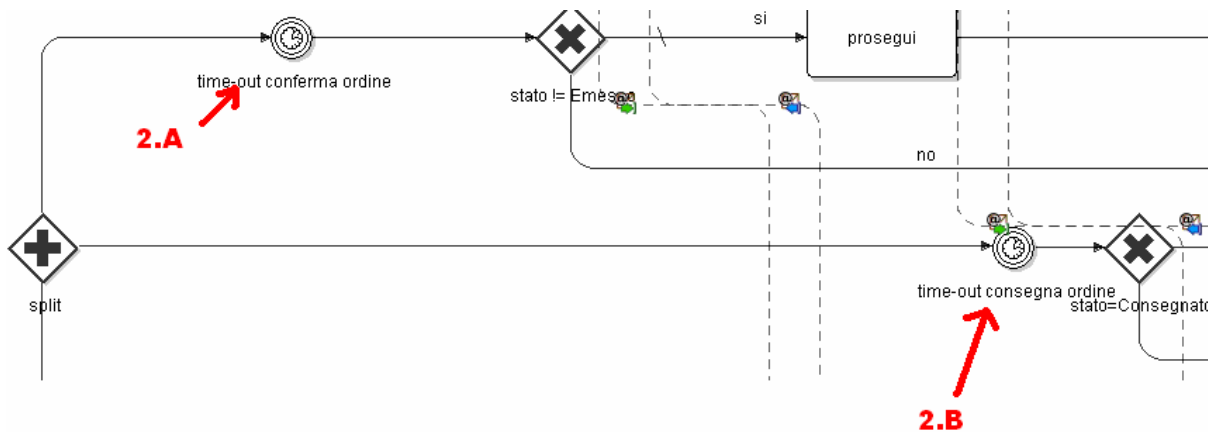
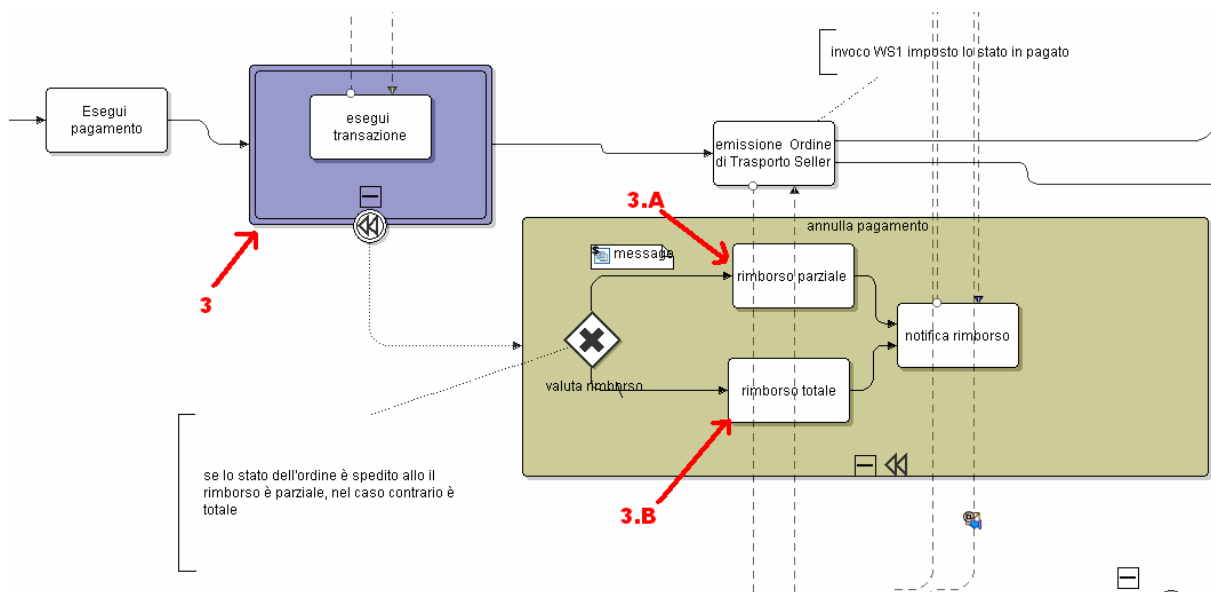
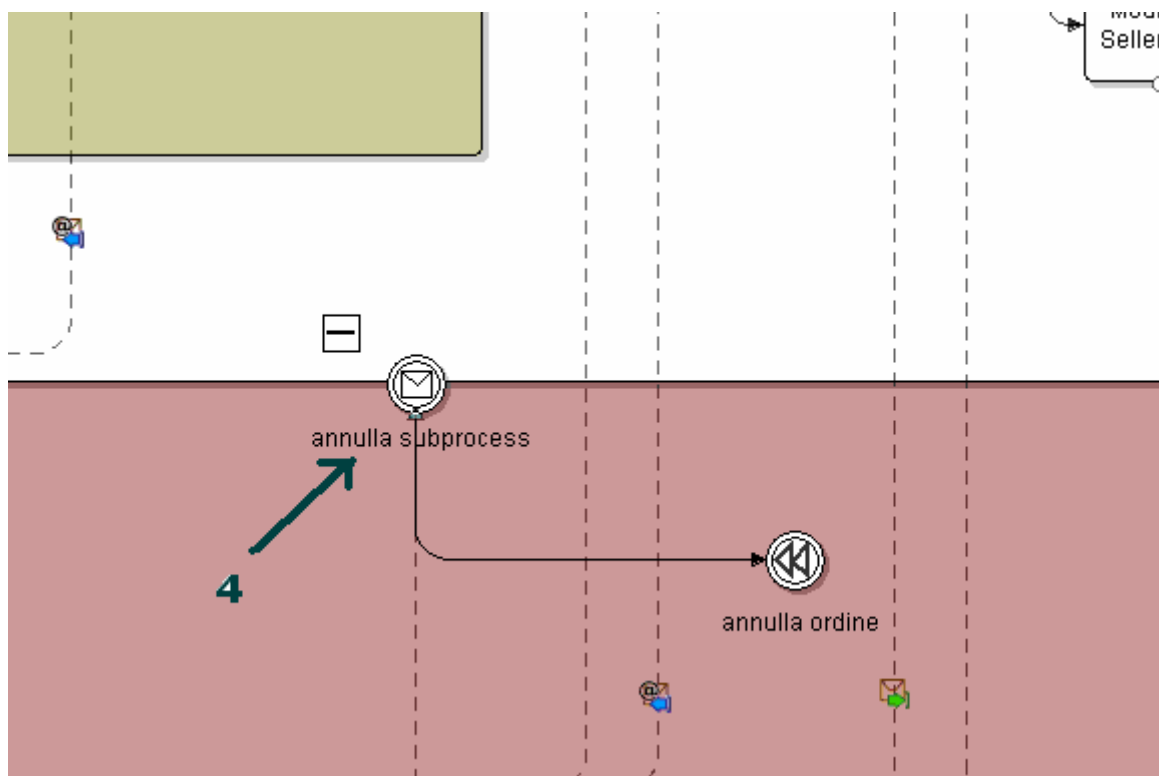
EVENTO DI INIZIO (INPUT)	SOTTO PROCESSO	LE MACRO ATTIVITÀ DEL SOTTO PROCESSO	EVENTO DI FINE (OUTPUT)
Acquisizione richiesta d'offerta	1-OFFERTA	Stesura offerta - Analisi fattibilità Formalizzazione offerta	Formalizzazione offerta
Ricevimento ordine	2-ACQUISIZIONE ORDINE	Raccolta ordini - Riesame del contratto - Accettazione Ordine - Recupero informazioni mancanti	Conferma ordine
Conferma commessa	3-PROGETTAZIONE	Progettazione - Disegni - Documentazione	Disegno progetti esecutivi
Esplosione commessa	3-INDUSTRIALIZZAZIONE	Distinta base	Definizione cicli di lavorazione
Cicli di lavorazione	3-PROGRAMMAZIONE PRODUZIONE	Analisi fabbisogni e Programmazione della produzione	Lancio analisi fabbisogni Emissione ordine produzione
Richieste d'acquisto	4-ACQUISTI	Selezione fornitori - Emissione ordine acquisto Gestione ordine passivo - Ricevimento/controllo qualità - Gestione solleciti anomalie - Fatturazioni passive	Pagamento fornitori

EVENTO DI INIZIO (INPUT)	SOTTO PROCESSO	LE MACRO ATTIVITÀ DEL SOTTO PROCESSO	EVENTO DI FINE (OUTPUT)
Lancio bolle di lavorazione	5-GESTIONE AVANZAMENTI SPEDIZIONI	Gestione avanzamento - Imballo - Piani di spedizione Evasione ordine	Emissione documenti e spedizione
Fattura	6-FATTURAZIONE ATTIVA	Emissione fattura - chiusura ordine - gestione incasso gestione credito	Incasso
Post-vendita	7-SEGNALAZIONE DEI CLIENTI	Gestione reclami - Intervento di post vendita - Ricambi e resi	Documento risolutivo

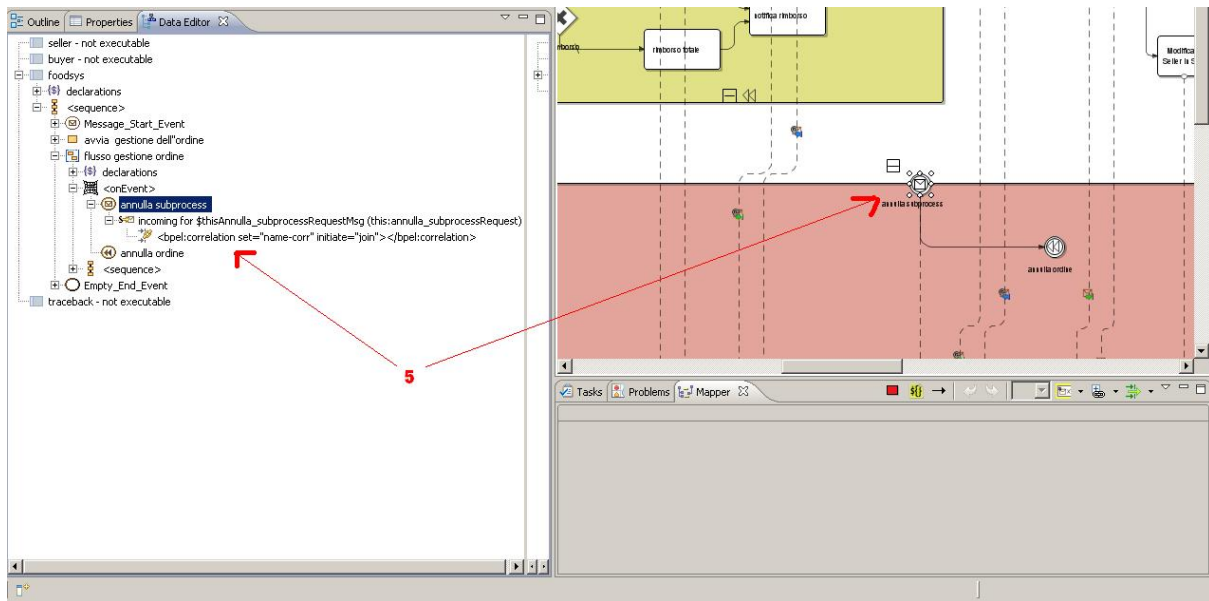
Ai fini della sperimentazione è stato realizzato un PGO descritto con notazione BPMN che include le suddette fasi ad eccezione dell'ultima. L'intento di questo studio è di dimostrare l'utilizzo della compensazione e della transazione all'interno dei processi di business.

Nella figura che segue è illustrato il diagramma BPMN del PGO, che è composto da quattro pool di cui uno eseguibile, quello in arancio, ed i restanti dedicati alle attività del buyer in azzurro, del seller in verde ed il restante per l'interazione con i WS della piattaforma:

Nella stesura del processo si è tenuto conto dei seguenti vincoli:

1. Solo il buyer può iniziare il PGO
2. All’avvio il buyer deve definire due date di scadenza:
    A. Data entro la quale il seller deve confermare l’ordine
    B. Data di consegna della merce
3. L’accesso alle basi dati deve avvenire attraverso driver XA
4. In qualsiasi instante sia il buyer che il seller possono ritirare l’ordine con la conseguenza:
    A. Se lo stato dell’ordine è pari a *spedito*, allora il rimborso delle spese sostenute dal buyer deve essere parziale
    B. Negli altri casi il rimborso del buyer è totale.
5. Associare ad ogni ordine una sola istanza di processo attraverso il meccanismo di ‘*correlazione*’

In funzione del vincolo 1 il form di avvio del processo è inserito all’interno del pool del buyer, come illustrato nella seguente figura:

Una volta attivato il processo, deve essere rispettato il secondo vincolo. A tal fine si è deciso di inserire un *Parallel Gateway*, in modo da parallelizzare il processo in tre flussi separati. Sui i primi due rami si trovano i Timer Intermediate Event in funzione dei vincoli 2.A e 2.B, come di seguito raffigurato:

Per indicare i sotto-processi interessati da transazione, questi sono stati annottati con il bordo doppio (vedi sotto-processo in blu figura seguente). Questi sotto-processi usano driver XA per il supporto al commit ed il rollback in ambienti distribuiti. Per le sperimentazioni si è ipotizzato che il pagamento dell'ordine avvenga con un trasferimento di valuta da un conto all'altro: dal buyer al seller, su due basi dati diverse, così da poter annullare la transazione in caso di errore.

In fine per offrire la possibilità di poter annullare il PGO in qualsiasi istante, sia da parte del seller sia del buyer si è racchiuso tutto il processo principale in un sotto processo, e ivi allegando un *Message Intermediate Event*, come in figura:

Come evidenziato, all'atto della ricezione di un evento viene lanciato il *Compensation Intermediate Event* che causa la terminazione del processo e scatena la compensazione in tutti i sottoprocessi associati a questo evento. Infatti, il sottoprocesso della transazione bancaria è registrato per questo tipo di evento e in base allo stato di

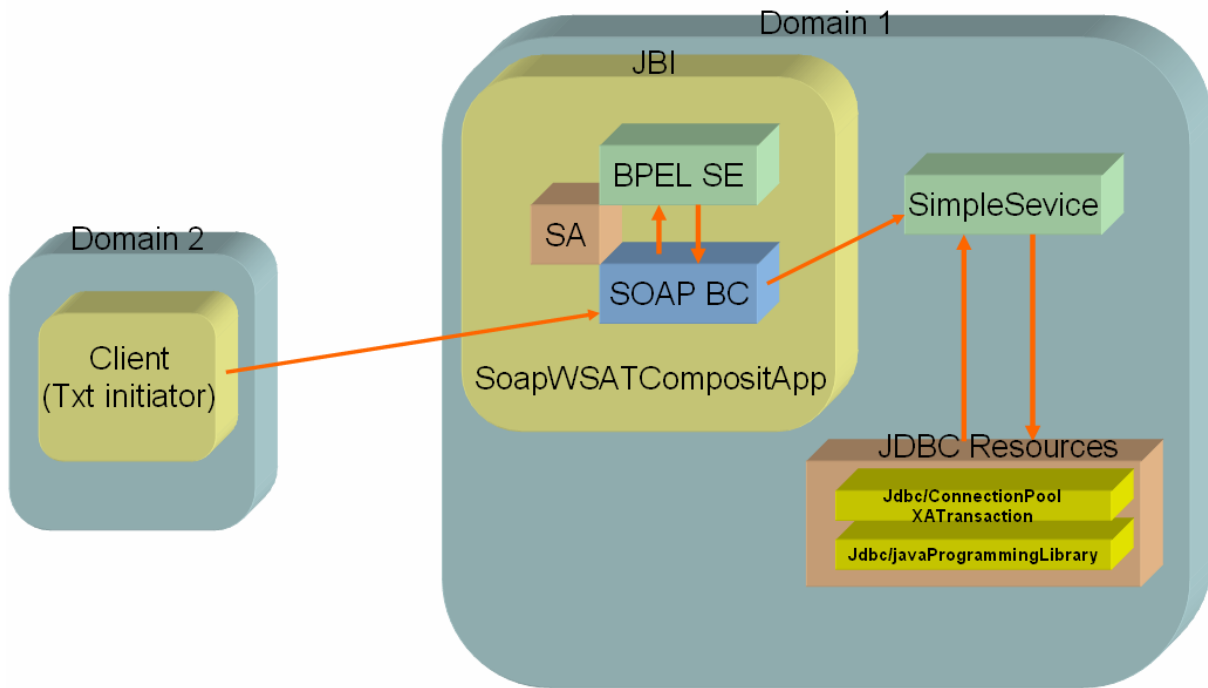
avanzamento dell'ordine viene eseguita la compensazione per il rimborso parziale, vincolo 3.A o totale vincolo 3.B.

Per il vincolo 5 è stato utilizzato il meccanismo della correlazione per tener traccia della conversazione a livello business, identificando così una sorta di sessione tra più partecipanti a una stessa istanza di processo legando l'identificativo dell'ordine con quello dell'istanza del processo.

Quando un buyer o seller decide di ritirare l'ordine (vincolo 4) inoltra un messaggio al *Message Intermediate Event*. Il workflow Engine decide di propagare questo evento a tutte le istanze o ad una di esse, in base alla presenza nel messaggio dell'attributo di correlazione:

<bpel:correlation set="name-corr" initiate="join"></bpel:correlation>

In questo modo siamo certi che venga annullata la singola istanza di processo associata a quell'ordine.

A questo punto analizziamo in dettaglio cosa avviene nella transazione di pagamento dell'ordine.

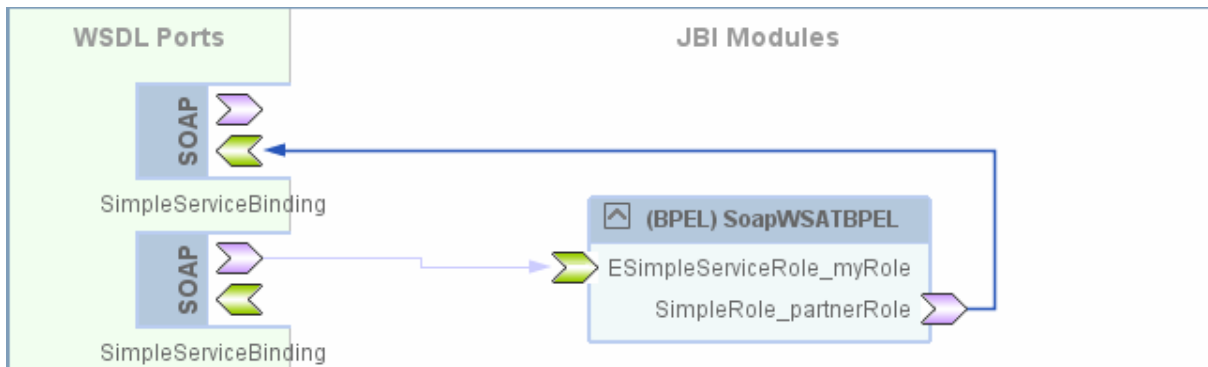
Ogni entità di tipo Banca simulata nel processo è caratterizzata dal proprio dominio applicativo avente la seguente architettura:

Ogni dominio espone due web services:

- *SoapWSATCompositApp*
- *SimpleService*

SoapWSATCompositApp è implementato come JBI Composite Application usando i componenti HTTP/SOAP BC e BPEL SE. Questo servizio espone nel WSDL delle operation annotate con le WS-AT policy assertions e fa da proxy per SimpleService.

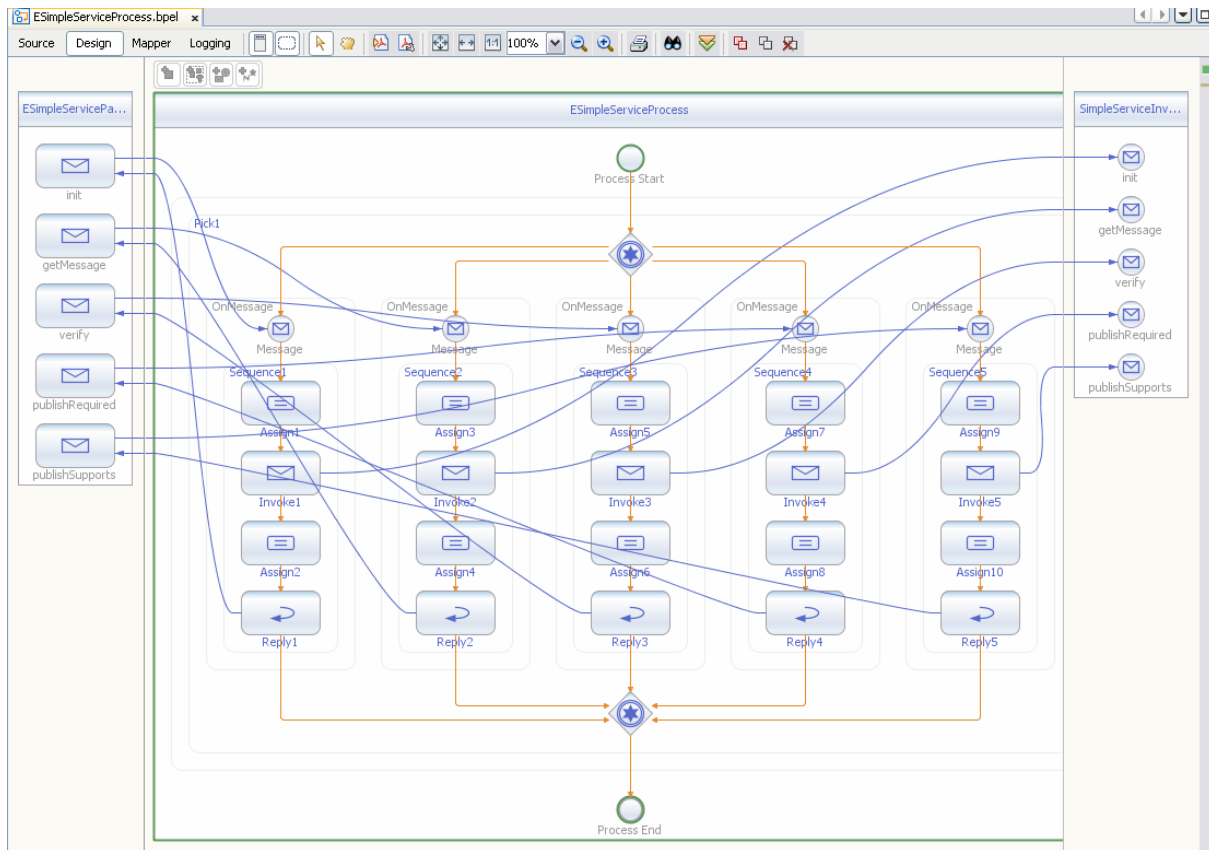
SimpleService è un web service che usa Java Persistence API (JPA) su due risorse JDBC:

- *connectionPool* è un JDBC connection pool di tipo XATransaction
- jdbc/javaProgrammingLibrary è una connesione JDBC

Quando avviene la comunicazione tra i due domini, l'endpoint di scambio dei messaggi è rappresentato dal SoapWSATCompositApp attraverso l'HTTP/SOAP BC. Alla ricezione del messaggio lo stack JAX-WS del binding component propaga la transazione inizializzata dall'altro dominio come richiesto dal Transaction Propagation Systemic Quality, al service engine BPEL attraverso MessageExchange JBI. Il BPEL SE restituisce la transazione al HTTP/SOAP BC durante l'attività di invoke BPEL. L'attività di invoke è usata per richiamare SimpleService attraverso l'outbound del HTTP/SAOP BC. L'outbound del BC si occupa di propagare la transazione al WS SimpleService. Tutti i WS coinvolti in questo processo hanno le asserzioni WS-AtomicTransaction abilitate nel WSDL.

Come già accennato, il Composite Application svolge il ruolo di proxy per il WS SimpleService. Il processo BPEL utilizza per ciascuna delle operazioni definite nel WSDL la 'pick' con l'attività "onMessage", in questo modo mappiamo tutte le operazioni definite nel WSDL di SimpleService. Per la propagazione delle transazioni, il processo BPEL ha l'elemento xml *process* con l'attributo

"*{http://www.sun.com/wsbpel/2.0/process/executable/SUNExtension/Transaction }atomic*"

impostato su "yes". Di seguito un esempio di codice BPEL :

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<process name="ESimpleServiceProcess"
targetNamespace="http://enterprise.netbeans.org/bpel/SoapWSATBPEL/ESimpleServiceProcess"

xmlns="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/process/executable"

xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"

xmlns:tns="http://enterprise.netbeans.org/bpel/SoapWSATBPEL/ESimpleServiceProcess"

xmlns:ns2="http://www.sun.com/wsbpel/2.0/process/executable/SUNExtension/Transaction"

ns2:atomic="yes">
```

Application Service A corrisponde alla applicazione che richiede l'addebito della cifra che l'acquirente deve pagare alla sua banca.

Application Service B corrisponde al servizio che espone la banca dell'acquirente per addebitare un certo importo su un conto corrente.

Quando una applicazione vuole avviare una nuova transazione chiede al coordinatore di creare un nuovo contesto. Per fare ciò il coordinatore invoca l'operazione CreateCoordinationContext dell'ActivationService per richiedere la creazione di una nuova attività.

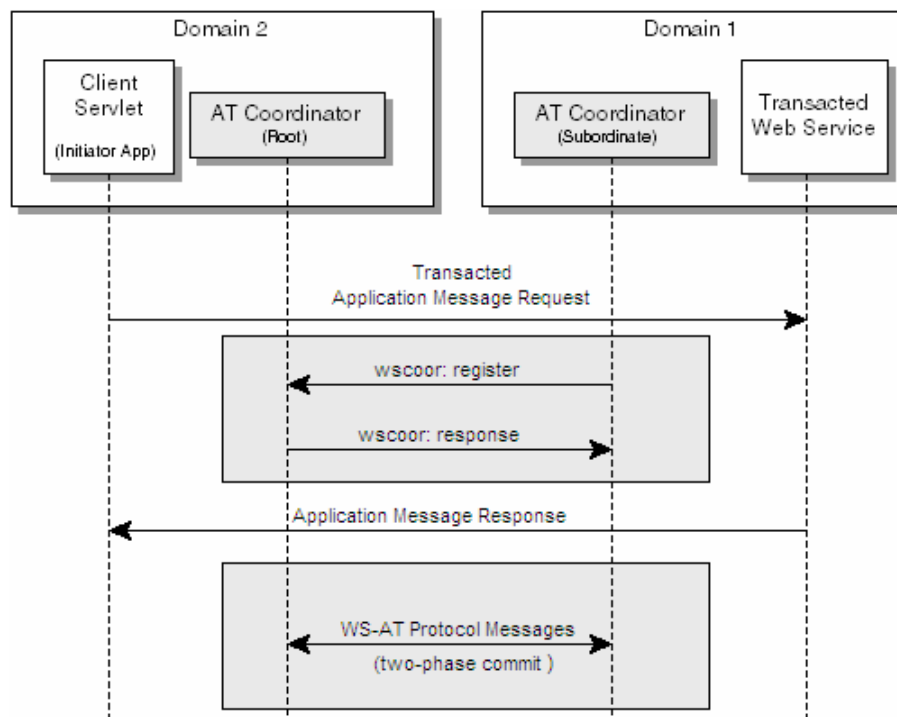
L'ActivationService accetta in input un messaggio CreateCoordinationContext e restituisce un messaggio CreateCoordinationContextResponse che contiene il CoordinationContext.

Il CoordinationContext è propagato dall'applicazione A all'applicazione B attraverso l'header SOAP del messaggio applicativo scambiato, cioè alla richiesta di addebito dell'importo. In questo modo l'applicazione B viene invitata a partecipare all'attività utilizzando uno dei protocolli di coordinamento che corrispondono al particolare tipo di coordinamento. Il servizio che riceve questo invito può chiaramente sia registrarsi per partecipare all'attività che rinunciare.

L'Appication Service B che è disponibile alla collaborazione, una volta ottenuto il CoordinationContext, può utilizzare le informazioni in esso contenute per richiedere la registrazione all'attività presso il RegistrationService.

La richiesta di registrazione deve essere fatta presentando un messaggio di register.

A seguito della registrazione, l'Application Service B sarà registrato come partecipante all'attività, per un particolare protocollo di coordinamento (in questo caso il two-phase commit).

Lo stesso identico discorso si potrebbe ripetere per un Application Service C che rappresenta il servizio esposto dalla banca del venditore per accreditare un certo importo su un conto corrente.

La transazione va a buon fine quando il coordinatore subordinato risponde positivamente entro il timeout al coordinatore principale, ed al messaggio di COMMIT tutti i partecipanti alla transazione rispondono positivamente, altrimenti viene inoltrato il messaggio di ROLLBACK.

Lo scopo di questa sperimentazione è stato quello di dimostrare come la piattaforma FOODSYS gestisca le LRT (long running transaction). Ovvero, grazie all'ausilio di meccanismi di estensione delle transazioni ACID quali la *compensazione* delle attività eseguite e alla *correlazione* dei processi con l'identificativo dell'ordine.